

ЦЕЛЕБНЫЕ ЯДЫ РАСТЕНИЙ



Б. П. ТОКИН
ЦЕЛЕБНЫЕ
ЯДЫ РАСТЕНИЙ





Б. П. Токин

Б. П. Т О К И Н
Ц Е Л Е Б Н Ы Е
Я Д Ы Р А С Т Е Н И Й

П О В Е С Т Ъ О Ф И Т О Н Ц И Д А Х



И з д а н и е в т о р о е,
д о п о л н е н н о е

789005

58
6802
751

581.76

Автор этой книги — заслуженный деятель науки РСФСР, доктор биологических наук, профессор Ленинградского университета имени А. А. Жданова, лауреат Государственной премии, Герой Социалистического Труда Борис Петрович Токин — хорошо известен читателям по предыдущим его печатным трудам о фитонцидах. Выпущенная Лениздатом в 1967 году книга Б. П. Токина «Целебные яды растений» была доброжелательно встречена читателями. Настоящее издание дополнено новыми материалами, полученными наукой о фитонцидах за последние годы.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, но особенно полезной она будет специалистам сельского и лесного хозяйства, биологам, врачам, работникам пищевой промышленности.

ОТ АВТОРА

Ученый сам обязан быть популяризатором своих открытий и изобретений. Так думал я при написании еще первых очерков о фитонцидах в 1950 году, но осознал это глубоко лишь впоследствии. Уже первые наброски учения о фитонцидах связали меня зримыми и незримыми узами с тысячами читателей. В многочисленных письмах колхозников, рабочих, молодых ученых, служащих, врачей, учителей, студентов высказано много теплых слов и дано много очень ценных советов.

Я благодарю исследователей в области фитонцидов, молодых и старых, профессиональных ученых и любителей природы, — всех, кто своей мыслью и экспериментами, дружественными письмами и критикой содействовал развитию рожденной советской наукой новой проблемы — фитонцидов. Благодарю в одинаковой мере и за похвалу и за критику.

Десятилетия отделяют нас от момента открытия явления фитонцидов в растительном мире. Прошел длинный путь работы и борьбы.

Мне хочется, чтобы читатели книги знали, что проблема фитонцидов, рожденная советской наукой, давно не принадлежит только автору книги. Своим развитием эта проблема обязана очень многим исследователям.

С волнением я вспоминаю первые шаги становления новой проблемы. Это было более сорока лет назад, во времена юности. Благодарю судьбу за то, что уже в самом начале борьбы за новую проблему я не был одинок. Уже в первоначальных наблюдениях за действием растений на расстоянии приняли участие врачи А. Г. Филатова и А. Е. Тебякина.

С волиением вспоминаю я свою работу с А. Г. Филатовой, И. В. Торопцевым, А. В. Ковалеиок, Т. Д. Янович и другими врачами и биологами г. Томска. Мы пытались «мобилизовать» фитонциды на службу медицине, особенно в годы Великой Отечественной войны. С благодарностью вспоминаю я помощь Д. Д. Яблокова и

других деятелей медицины. Особенно большую научную и нравственную поддержку в борьбе за новую проблему оказали уже ушедшие из жизни известный стране хирург Андрей Григорьевич Савиных и выдающийся биолог академик Алексей Алексеевич Заварзин.

Многие советские и иностранные ученые своими яркими оригинальными исследованиями подняли проблему фитонцидов на новую ступень. Особенно велика роль украинских ученых во главе с академиком Виктором Григорьевичем Дроботько и кишиневских ученых во главе с профессором Дмитрием Дмитриевичем Вердеревским.

В первых очерках я рассказывал только о том, что делал собственными руками, видел собственными глазами или что делали сотрудники руководимых мною лабораторий и связанных со мною научных учреждений. Эта книга лишь наполовину моя. Она значительно дополнена исследованиями многих ученых.

Читатели знают, что я биолог и, конечно, не могу дать каких-либо практических медицинских советов или указаний по растениеводству и пищевой промышленности. Но я убедился в том, что новые факты о фитонцидах, обнаруживаемые биологами, и их соображения помогают специалистам проводить исследования практического значения, и они делают это, естественно, гораздо более интересно, чем я мог бы сделать сам. Вот почему я уверен, что врачи, растениеводы, животноводы и иные специалисты не осудят меня за «вторжение» в их области знания, а сочтут содержание книги как желание советского биолога быть теснее связанным с жизнью и служить своему народу. 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 верю, что новые явления, обнаруженные во взаимоотношениях растений, микробов, животных и человека, удастся все более и более использовать в практике.

Развитие науки и задачи практики вызвали к жизни в последнее десятилетие много исследований фитонци-

дов, осуществленных молодыми учеными и учеными старшего поколения — пионерами в науке о фитонцидах.

Много разных дополнений внесено в эту книгу по сравнению с первым ее изданием.

Я решил, однако, воздержаться от изложения интереснейших и разносторонних открытий многих ученых о роли фитонцидов в жизни биоценозов. В последнее десятилетие в этой области знания сложились оригинальные научные направления А. М. Гродзинского (Киев), В. П. Иванова (Москва), М. В. Колесниченко (Воронеж), А. Н. Пряжникова (Новосибирск), А. Х. Тамбиева, М. М. Телитченко и П. В. Юрина (Москва), а также других ученых. Много новых наблюдений провела и пионерка в исследовании роли фитонцидов во взаимоотношениях растений ленинградка А. А. Часовенная.

Следует учесть, что многое в открытиях ученых о химических взаимодействиях растений далеко выходит за рамки учения о фитонцидах. Интересующиеся новыми исследованиями могут обратиться к книгам, перечень которых дан в конце книги. Приятно сознавать, что ни одно из них не вступило в противоречие созданному в нашей стране биологическому учению о значении фитонцидов для самих растений, об их роли во взаимоотношениях между организмами.

Под флагом «антибиотики высших растений» успешно развивается проблема фитонцидов и в других странах. Не будем огорчаться тем, что некоторые ученые, работая в области фитонцидов, желают показаться вполне независимыми от учения о фитонцидах. Сложное это дело — наука, особенно если учесть, что к бескорыстной жажде познания тайн природы могут примешиваться и чувства, и поступки, далекие от науки, продиктованные излишним честолюбием. Конечно, грустно, что и среди советских биологов и медиков нет-нет да и появляются «Иваны, не помнящие родства», забывающие, что приоритет советской биологии в открытии фитонцидов и формулировании учения совершенно бесспорен.

Я писал уже, что проблема фитонцидов давно принадлежит не только мне, а большому коллективу энтузиастов, обнаруживших в растительном мире столь много интересного, что первоначальные мои исследования кажутся уже слабой тенью в свете современных исследований. Что касается гордости за свое открытие,

она, конечно, свойственна мне, но я могу считать себя счастливым, ибо открытие столь непоколебимо вошло в науку, что очень часто пишется о фитонцидах без всякого упоминания автора открытия. Это — высшая победа исследователя. Как и при написании предыдущих книг, мои мечты связаны с волнениями девушек и юношей, только что вступающих на прекрасную тернистую дорогу науки.

Вам, молодые ученые, принадлежит все прошлое науки, и от вас зависит ее дальнейший победный путь.

Я очень остро сознаю правоту слов ленинградской писательницы Веры Кетлинской: «Как ни грустно, настает пора итогов, пусть не самых последних, но все же...» С каждым уходящим днем остается все меньше и меньше времени для жизни и творчества.

Наука, однако, бессмертна; она — преемственность фактов и борьба идей, составляющих ее содержание, ее прогресс и заблуждения.

Читатели отнесутся, я уверен, снисходительно к тому, что некоторые страницы книги написаны, так сказать, не только мозгом, но и сердцем. Я очень люблю свое «незаконно рожденное дитя в науке». При написании книги я не раз увлажненными глазами всматривался в прошлое, вспоминая свои неудачи и успехи, и с оттенком легкой грусти и в то же время оптимистически вглядывался вдаль. Теперь нельзя уже сомневаться в том, что проблема фитонцидов никогда не устареет, что усилиями новых и новых поколений молодежи будет воздвигнуто такое научное здание, в фундаменте которого мое открытие останется лишь в виде одного из кирпичиков. Но все же останется!

Преклоняюсь перед будущим науки и не стыжусь своего скромного прошлого.

Как и в первом издании книги, я передаю мое сердечное спасибо Елене Васильевне Захаровой. Елена Васильевна многие годы своей жизни отдала нашей лаборатории и явилась одним из самых энергичных и бескорыстных борцов за новую проблему. Благодарю Л. А. Агафонову за большую техническую помощь при подготовке рукописи к первому изданию и Т. Н. Борисову — за помощь при подготовке рукописи к настоящему изданию.

Б. П. Токин



Факты — это воздух ученого.
И. П. Павлов

ЧТО ТАКОЕ ФИТОНЦИДЫ

Нам с вами, читатель, предстоит вступить 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 сделаем обобщения, создадим теорию.

УДИВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА РАНЕНЫХ РАСТЕНИЙ

Сорвем листья березы или дуба, черной смородины или апельсинового дерева, иглы пихты или можжевельника, возьмем свежий корень дикого пиона или корневище

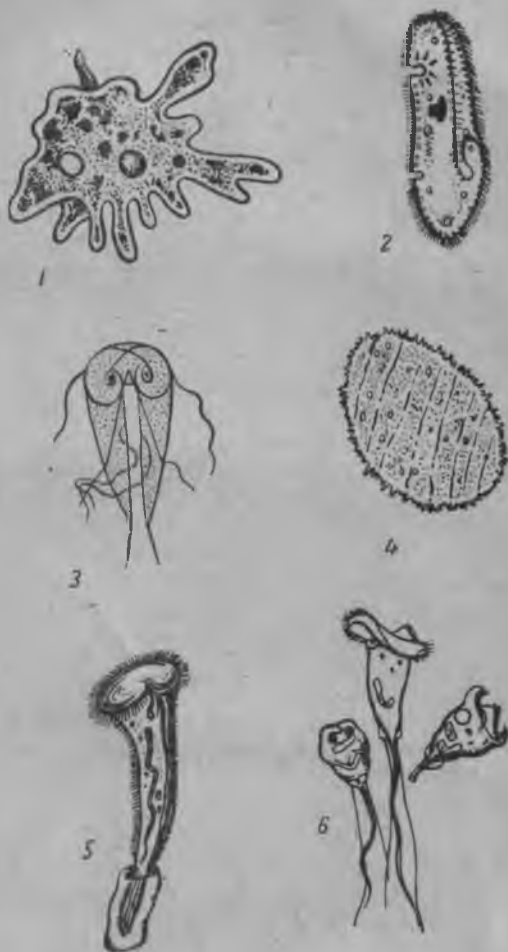


Рис. 1. Некоторые виды простейших:

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

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 (рис. 1). Некоторые из них совершенно безобидны для человека и животных, другие же приносят большой вред, вызывая серьезные заболевания.

Для опытов можно взять и безвредных и болезнетворных простейших, иначе называемых патогенными. Опыты можно поставить по-разному, что видно из приводимых рисунков.

Опыты свои 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, относительно крупных простейших, — под лупой.

Иногда при таких опытах простейшие умирают уже 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 обыкновенной овощной терке натрем хорошо сохранившуюся головку чеснока. На некотором расстоянии от полученной чесночной кашицы поместим каплю жидкости, в которой находятся какие-нибудь подвижные бактерии (рис. 3). Эти опыты можно ставить так же, как и опыты с простейшими.

Мы обнаружим удивительное явление: в течение первой минуты, а иногда и моментально, движение бактерий останавливается, хотя жидкость, в которой они находятся, является самой благоприятной средой для их жизни и размножения. 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

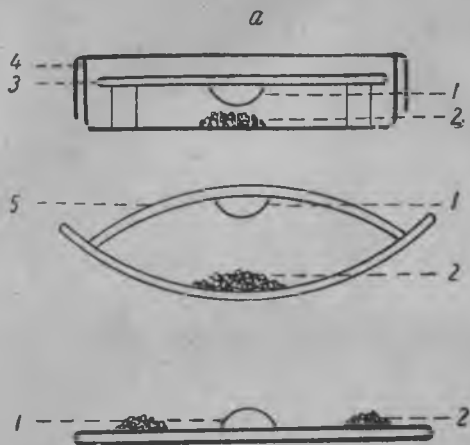


Рис. 2. Схема опытов по влиянию летучих веществ, выделяемых растениями на протозоа:

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



Рис. 3. Некоторые болезнетворные бактерии-возбудители:

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

называют это посевом микробов. Если мы сделаем посев через несколько секунд или через минуту после начала опыта, то бактерии нередко еще будут размножаться. Значит, не все они убиты, некоторые, 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 бактерий из опытной капли, они не будут размножаться: все они окажутся мертвыми.

Небольшое количество натертого лука положим рядом со столбиком агара¹ с пивным суслом. На верхней площадке такого питательного для микроорганизмов столбика предварительно посеем одноклеточные организмы — дрожжевые грибки², используемые при хлебопечении или в пивоваренном и винокуренном производствах.

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

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

В особо удачных случаях не требуется дальнейших специальных исследований, 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 микроорганизмов. Через сутки убедимся в великолепном росте и размножении контрольных дрожжей и в полном отсутствии роста и размножения дрожжей, которые мы взяли с пленки агарового столбика, находившегося под воздействием луковой кашицы.

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.

² Нередко в дальнейшем «низшие грибы» будут называться «грибками».

Мы можем взять для опыта и другие грибки, например вызывающие заразную болезнь картофеля — фитотфору инфестанс (см. рис. 43). 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 кашку. Невооруженный глаз не заметит никаких изменений. Не будем, однако, торопиться с выводами. Про-

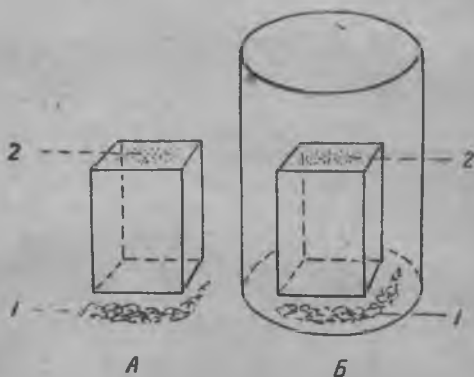


Рис. 4. Влияние летучих веществ лука на дрожжевые грибки:

1 — кашка лука у основания столбика агара;
2 — дрожжевые грибки, посеянные на верхней плоскости агарового столбика.

должим наблюдения. Пройдут часы. Теперь мы и невооруженным глазом, а с помощью увеличительных стекол особенно, увидим, что на поверхности контрольного, не подвергавшегося воздействию лука, агарового столбика выросла пышная бархатистая пленка дрожжей, а дрожжевая культура на таком же агаровом столбике, вокруг которого была положена луковая кашка, оказалась погибшей.

Существует в природе много видов плесневых грибов. Все так или иначе знают эти грибки. Каждый из нас не раз наблюдал пушистый налет на фруктах, хлебе, коже и пр. (рис. 5). 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, называются гифами мицелия; те же нити, которые поднимаются вверх, на воздух, и которые кажутся пушком, называют воздушными гифами. Они достигают длины 6—8 сантиметра. В ходе развития и роста грибка концы воздушных гифов расширяются, и, наконец, каждый гиф будет оканчиваться маленьким шариком, постепенно чернеющим. Когда такой шарик разовьется и вырастет до своих пределов, то от малейшего прикосновения он лопается. Черные шарик называют спорангиями; они содержат споры



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).

(воспроизводительные клетки), которые при подходящих условиях прорастают, образуя мицелий и гифы.

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 диаметр 10—15 сантиметров. В чашку Петри 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 2—3 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 лавро-

вишни, 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 посеянные 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 совершенно убивает их.

Особенно пагубно противогрибковое действие многих растений проявляется при следующей постановке опытов. Равномерно засеем, как мы это 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 посеяны. Тотчас после этого в центре чашки каким-либо обеззараженным от бактерий и грибов 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 градусов).

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 по краям чашки, на некотором расстоянии от «колодца». Вокруг «колодца» неизменно получается, как это принято говорить, стерильная зона, то есть такое пространство, в котором совершенно не обнаруживается роста грибков.

Выходит, что помещенная в «колодец» чесночная кашица в количестве лишь 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, свидетельствующую 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

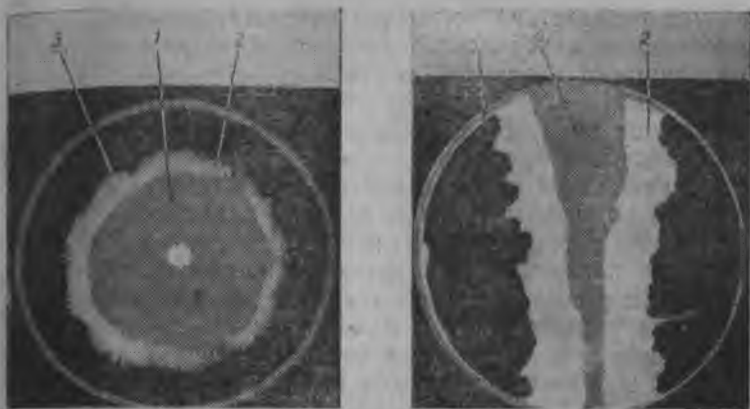


Рис. 6. Действие летучих веществ чеснока на плесневый грибок черный аспергилл (в центре левой чашки — кашица из чеснока):
 1 — стерильная зона; 2 — зона роста грибка без образования спор; 3 — зона роста грибка со спорообразованием; 4 — стерильная зона на месте «дорожки», образованной каплей сока чеснока.

проросли грибки, образовались гифы мицелий, но споры не образуются, получается беспоровая зона.

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

На рис. 6 даны фотографические снимки с некоторых заключительных этапов опыта.

Фотографический снимок справа дает представление об опыте, проведенном несколько иначе. Здесь не делался «колодець» и в центр чашки не помещалась кашка из чеснока. После равномерного по всей поверхности посева спор черного аспергилла на чашку, с края ее, нанеслась капля сока чеснока; чашка тотчас наклонялась; капля, стекая, образовывала дорожку. На вторые-третьи сутки мы видим занимательную картину: на дорожке споры не проросли, образовалась стерильная зона, за ней следует беспоровая зона, где гифы мицелия проросли, а спорангии не образовались. Наконец, следует полоса с нормально проросшими грибами, давшими снова споры. Эта полоса, как и подобает в норме, черная, «бархатная».

Чтобы составить себе более наглядное представление о противогрибковой мощи чеснока, приведем в пример один из опытов. Оказалось, что достаточно 30—45

секуид воздействия чесночной кашицей, положенной 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 веще-

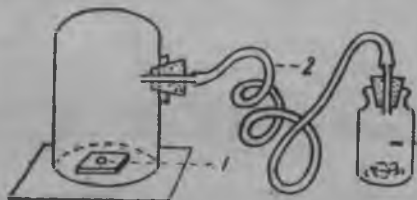


Рис. 7. Опыт, показывающий губительное действие летучих веществ растений на микроорганизмы:

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

ства, очень губительные, или, как говорят иначе, очень токсичные для микроорганизмов даже в едва уловимых дозах. Что это химические вещества, а не какие-либо лучи, можно доказать опытом (рис. 7).

В большом стеклянном сосуде с отводной длинной трубкой 2 помещено стеклышко с каплей воды, в которой находятся простейшие (на рисунке обозначено цифрой 1), или чашка с питательным агаром, на котором посеяны те или иные бактерии или грибки. Конец длинной извитой трубки соединен со склянкой 3, в которой помещен источник химических веществ, губительных для микроорганизмов, например луковая кашица, полученная на терке, или изрезанные, истолченные тем или иным способом листья лавровишни. Через некоторое время мы увидим, что микроорганизмы 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 большой сосуд. Конечно, чем дальше находятся микроорганизмы от источника химических ве-

ществ, тем труднее убить их. И дело не только в том, что меньше ядовитых веществ достигнет микроорганизмов. [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 обонх 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 кашу, 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 трубки вы не получите ожидаемого результата, если попытаетесь убить микроорганизмы летучими веществами, положим, плодов апельшинового дерева, хотя на близком расстоянии эти вещества обладают, как увидим далее, мощным противомикробным действием. Губительные для микроорганизмов летучие вещества, выделяемые другими растениями, изменяются еще быстрее, чем, например, летучие вещества лука или апельшина, да и степень летучести их относительно невелика, так что действие их на микроорганизмы сказывается только тогда, когда последние находятся почти в соприкосновении с растительным материалом.

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

Большинство растений, по-видимому, 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 лиственных деревьев — черемуха, тополь, дуб.]

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

Водный настой или отвар из корней лекарственной кровохлебки (лучше осеннего сбора) в течение 5 минут убьет микробов, являющихся виновниками таких заболеваний, как дизентерия, брюшной тиф, паратифы и т. п. Эти удивительные свойства кровохлебки стали известны науке совсем недавно.

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

В определенный 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 позволяли бы обнаруживать очень 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, будучи неповрежденными.

Впрочем, в последние годы очень важные открытия сделаны учеными и в этом отношении. Обнаруженными в природе новыми фактами уже заинтересовались работники по озеленению городов, специалисты по организации курортов, санитарные гигиенисты, врачи детских яслей и домашние хозяйки. Но не будем забегать вперед, торопиться с выводами. Обратимся к фактам.

И НЕРАНЕННЫЕ РАСТЕНИЯ ВЫДЕЛЯЮТ ФИТОНЦИДЫ

Поставим опыт с одним из видов эвкалиптовых деревьев, а именно с шаровидным эвкалиптом, или, как его по-латински называют, «эвкалиптус глобулус». Можно провести опыт в природных условиях, но можно с таким же успехом осуществить его и в лаборатории, имея в горшке молодое здоровое деревце. Приготовим взвесь бактерий золотистых стафилококков в благоприятной для них жидкости. Пусть в каждом кубическом сантиметре жидкости находится 2 миллиарда бактерий. Нанесем капли такой жидкости на листья эвкалиптового дерева. Точно такие же капли с бактериями нанесем и на стеклянную пластинку. Будут ли одинаково чувствовать себя бактерии, находящиеся на листьях и на стекле? Чтобы ответить на этот вопрос, будем через разные промежутки времени — через несколько минут от начала опыта, а затем через 4, 5 и 6 часов — высевать бактерии из наших опытных и контрольных капель (то есть находящихся на стекле) на самую хорошую питательную среду, где они могли бы беспрепятственно размножаться. Мы убедимся, что уже после 4-часового пребывания бактерий на листе эвкалипта они начинают отмирать, а через 6 часов все окажутся мертвыми. Перенесем их в питательную среду. Никакого размножения микробов не последует. А бактерии, находящиеся на стекле, в течение целых суток оказываются жизнеспособными. Сделаем через сутки высеv их на питательную среду, и мы увидим совершенно нормальное размножение бактерий. Вывод очевиден: неповрежденные листья эвкалиптов выделяют какие-то бактерицидные вещества. Лучше убивают бактерий молодые здоровые листья и несколько слабее — старые, но тоже здоровые. Еще слабее действуют на бактерии листья, пораженные какими-либо болезнями.

Эти и другие эксперименты проведены по моему совету в нашей лаборатории прекрасным знатоком эвкалиптов Верой Яковлевной Родиной¹.

Кстати сказать, загадочным эвкалиптам, может быть, предстоит сыграть большую, еще неизвестную науке роль. Но и при наших современных знаниях эти чудесные

¹ Родина В. Я. О фитонцидах эвкалиптов. — В кн.: «Фитонциды, их роль в природе». Под ред. Б. П. Токина. Л., 1957.

красавцы вполне оправдали мечты энтузиастов интродукторов — специалистов-ботаников, меняющих привычные места обитания полезных нам растений, заставляющих их жить в необычных для них условиях.

Не посетует на меня ботаник — москвич Михаил Михайлович Герасимов, сильно влюбленный в эвкалипты. Поздравляя своего знакомого в Новый год, когда высказываются пожелания счастья близким, он написал о своей мечте: «Значение фитонцидов большое, в частности эвкалиптов. Я, как интродуктор эвкалипта, исходя из личного опыта, выдвигаю следующее предложение: создать порослевые насаждения небольших размеров на 200—400 квадратных метров со 100—200 растениями в каждом населенном пункте, вплоть до широты Москвы. Они могут дать и для людей и для домашних животных эффективные лечебные средства при несложном их приготовлении. Один раз заложенные насаждения при небольшом уходе ежегодно будут возобновляться порослью и давать эвкалиптовый лист».

Не прислушиваются пока к этому страстному голосу те, от которых зависит насаждение эвкалиптов. Стоит, стоит бороться за это! Эвкалипты заслуживают такой восторженной похвалы.

Обратимся теперь к другим растениям, а с удивительными свойствами эвкалиптовых деревьев мы еще не раз встретимся при чтении этой книги.

В то самое время, когда ленинградка Родина проводила свои опыты на эвкалиптах, ученые г. Оренбурга Б. С. Дабкин и А. М. Думова ставили подобные опыты на листьях других растений. Они наносили на поверхность листьев герани, березы, тополя, туи, черемухи и липы капли жидкости с миллионами бактерий золотистого стафилококка. Листья герани и туи оказались бактерицидными, но рекорд побили тополь и береза: уже через 3 часа большинство бактерий погибало от каких-то выделений листьев этих деревьев. И другими, еще более точными способами доказали Дабкин и Думова действие на бактерии живых неповрежденных листьев растений¹. Ввиду интереса этих опытов остановимся на них поподробнее.

¹ Дабкин Б. С. и Думова А. М. Об изучении фитонцидного действия живых растений. — В кн.: «Фитонцифы, их роль в природе».

Представим себе стеклянный ящик емкостью 144 литра. Такие ящики микробиологи называют боксами. Одна стеклянная стенка может отъединяться от ящика или, наоборот, привинчиваться во время опыта так прочно, что никакого сообщения воздуха бокса с наружным воздухом не будет. С противоположных концов ко дну бокса приделываются две металлические трубки (первая и вторая). По первой трубке наружный воздух поступает в бокс. В воздухе комнат и лабораторных помещений всегда находятся те или иные микробы, а для опыта требуется, чтобы поступающий воздух не был загрязнен ими. Ученые поступили очень просто: к свободному концу первой трубки они приделали изогнутую стеклянную трубку, заткнув ее ватой. Итак, при поступлении новых порций воздуха бактерии не могут проникнуть в бокс, они окажутся задержанными ватой. Вторая металлическая трубка соединяется с особым прибором, дающим возможность определять количество бактерий в воздухе, в данном случае в воздухе стеклянного бокса. Подробное устройство его может интересовать только специалистов. Укажем лишь, что благодаря особой тяге воздух можно пропускать, положим, в течение 10 минут от первой трубки через вторую трубку к прибору. Нам становится точно известно, сколько воздуха проходит за это время. Взвешенные в воздухе бактерии осаждаются на питательной для них среде в специальной стеклянной посуде.

В посуде бактерии размножаются; можно подсчитать через сутки их количество и судить о микробной загрязненности бокса в момент взятия пробы воздуха. В бокс легко могут быть помещены горшки с различными комнатными растениями. Мы можем теперь изучить влияние выделяемых растениями летучих веществ на микробов, находящихся в воздухе бокса. Узнаем сначала, перед опытом, какое количество бактерий взвешено в воздухе бокса. Пропустим для этого в течение 10 минут воздух в аппарат со стеклянным цилиндром. А следующую пробу воздуха возьмем через сутки пребывания испытуемых растений в воздухе, причем опять-таки, как и в контрольных пробах, будем пропускать воздух только в течение 10 минут. Расчет простой и ясный: если поврежденные листья растений выделяют в воздух губительные для бактерий летучие вещества, то после суток пребывания растения в боксе воздух в нем должен содер-

жать меньшее количество микробов, что и должно выясниться в опытах. Помещали таким образом в боксы овсяницу красную, райграсс пастбищный, герань, пеларгонию, хризантему крупноцветную, циперус, бегонию, аспарагус, тую.

Каковы результаты увлекательных опытов Драбкина и Думовой? Ни одно из названных растений своими летучими веществами полностью не убивает всех микробов в воздухе бокса, или, как говорят, не стерилизует, но количество микробов в воздухе под влиянием растений снижается за сутки более чем наполовину. Туя снижает количество микробов на 67 процентов, мелкоцветная хризантема — на 66, циперус — на 59, райграсс пастбищный — на 58, а крупноцветная хризантема — на 55 процентов. Другие растения хуже очищают загрязненный микробами воздух. Например, герань и бегония только на 43, а аспарагус всего лишь на 38 процентов, но и это неплохо. Невольно напрашивается мысль: декоративные растения не только радуют наш глаз своими милыми красками и формами, но и очищают воздух от бактерий.

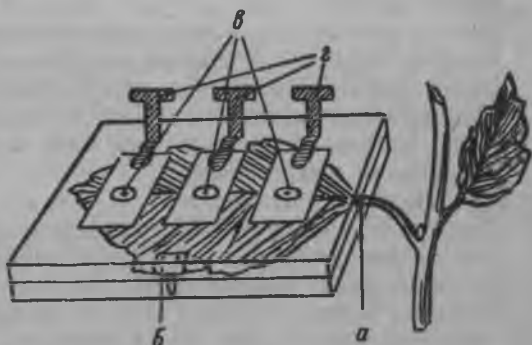
Если быть очень строгим и придирчивым, то можно усомниться в результатах только что описанных опытов. Может быть, уменьшение числа микробов в воздухе вызывается в этих опытах не бактерицидными свойствами летучих веществ растений, а тем, что бактерии оседают на поверхности растений? Этому сомнению противоречит тот факт, что при помещении в бокс разных растений очищение воздуха происходит в разной степени, хотя на поверхности всех растений могли бы оседать микробы. Но раз возникает сомнение, то исследователь должен не отбрасывать его, а выяснить истину новыми опытами, что и было образцово выполнено Драбкиным и Думовой.

Приготовили из прозрачного плексигласа коробку 14 сантиметров длиной, шириной 10 и высотой 1 сантиметр. Плотная подогнанная крышка коробки может открываться (рис. 8). В одной из стенок коробки имеется прорезь (на рисунке это место обозначено буквой *а*). Поставим такой опыт. Не отрывая от растения листьев, поместим один или несколько их в камеру так, чтобы черешок попал в прорезь. После этого крышку закроем. В крышке имеются три отверстия (на рис. 8 от буквы *в* нарисованы линии, ведущие к отверстиям).

Во время опытов накроем каждое из отверстий стеклянными пластинками, в центре которых находятся капли жидкости с микробами, например, с золотистым стафилококком. Чтобы стеклянные пластинки лежали плотно, заждем их особыми зажимами (на рис. 8 обозначены буквой *г*). Таким образом, капли с микробами, свешиваясь в камеру, как бы «смотрят» на живые листья растений, находящиеся от них всего на расстоянии половины сантиметра. Если неповрежденные листья выделяют летучие бактериоубивающие вещества, то мы легко обнаружим это, изучая их действие в течение 1, 2 и более часов. Для этого после опытов надо поместить

Рис. 8. Камера для изучения фитонцидного действия живых листьев:

а — прорезь для черешка листа; *б* — затвор крышки камеры; *в* — отверстия для капли со взвесью микробов; *г* — зажимы.



капли с микробами в хорошую питательную среду и узнать, будут ли и как будут размножаться бактерии. Такие опыты были поставлены с листьями березы бородавчатой, с листьями герани и черемухи. Оказалось, что живые целостные листья, без всякого ранения их, выделяют в воздух летучие бактерицидные вещества. Особенно это было ясно в опытах с геранью. Уже час «смотрения» капли с микробами на листья герани не остается безнаказанным для микробов, а при 6-часовом опыте абсолютно все бактерии, находящиеся в капле, умирали. И листья нашей чудесной российской красавицы березы выделяют в воздух бактерицидные летучие вещества.

А вот и еще доказательство того, что неповрежденные растения выделяют летучие бактерицидные вещества. Ленинградский ученый Н. В. Новотельнов задумался над общеизвестным фактом. Семена ржи, пшеницы, ячменя и других злаковых культур, прорастая, как

правило, не заболевают, не подвергаются действию бактерий, которые, однако, «кишмя кишат» в почве. Ученые знают из опытов, что нелегко заставить заболеть хорошие семена злаковых, даже создавая специальные благоприятные условия для заражения их бактериями. Чем объяснить эту изумительную сопротивляемость? Чем защищает себя зерно? Когда зерно прорастает, оно поглощает влагу, набухает; это все знают, но мало кто обращал внимание на обратное явление: зерно, набухая, в свою очередь выделяет в окружающую среду какие-то вещества, придающие воде желтоватую окраску. Эти вещества теперь изучены, они оказались так называемыми флавоновыми глюкозидами, обладающими свойствами убивать разнообразные микроорганизмы, в том числе и вредных для злаковых растений бактерий. Выходит, злаковые растения, прорастая, выделяют в почву бактерицидные вещества. Еще более интересно то, что зерна злаковых культур выделяют и летучие вещества, убивающие микробов.

Поместим в стеклянную чашечку увлажненные зерна ячменя. Накроем ее чашкой Петри, в которой имеется тонкий прозрачный слой питательного агара с посевом тех или иных бактерий. Мы можем выяснить, не выделяют ли зерна ячменя летучие вещества, повреждающие микробов. Чтобы не ошибиться, лучше иметь контроль, то есть такую же чашку Петри с бактериями и такую же чашку меньшего размера, как и в первом опыте, но без зерен. Поместим теперь наши установки в хорошие для бактерий температурные условия. Пройдут сутки, и мы увидим, что в контрольной чашке происходил равномерный по всей поверхности агара рост бактерий. В то же время в другой, опытной, чашке под влиянием ядовитых для микробов летучих веществ, выделяемых зернами ячменя, многие бактерии оказались убитыми, и поэтому образовалась зона без бактерий.

По краям чашки с агаром происходил рост бактерий, а в центре, то есть в том месте, которое особенно подвергалось «бомбардировке» летучими веществами, выделяемыми зернами ячменя, роста бактерий нет. Эти вещества, как выяснилось в дополнительных опытах, не только препятствуют росту микробов, но и разрушают их, растворяют, или, как говорят, лизируют. Есть над чем задуматься ученым и практикам! Сколько еще тайн

хранит природа, сколько еще сил растений и животных, выработавшихся естественным путем в ходе эволюции, не использовало человечество!

Итак, даже и неповрежденные растения выделяют в воздух или в почву летучие вещества, убивающие микробов, но, как правило, в значительно меньшем количестве, чем раненные растения.

Но ведь 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, ветки ударяются друг о друга, нанося раны, которые не видны простым глазом; листья могут опадать, ветки могут ломаться. Ранят листья и насекомые и птицы. Если в тканях растений размножаются паразитические грибки или бактерии, это тоже вызывает своеобразные ранения. Точные исследования могут показать, что даже ползание насекомых по листу вызывает некоторые повреждения.

Если учесть и другие возможности ранений в природе, нетрудно 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.

Специальными исследованиями доказано, что единственный экземпляр древовидного можжевельника может выделить за один день 30 граммов летучих веществ! Один гектар можжевельового 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.

Выделение летучих веществ некоторыми растениями можно даже увидеть. В Средней и Южной Европе, на юге Советского Союза — на Кавказе и в Южной Сибири — растет травянистое растение, которое называется ясенец белый. Но оно имеет и другое название — неопалимая купина. Чем вызвано такое странное название?

В теплый безветренный день растение как бы окутано выделяемыми им летучими веществами. «Облака» фитонцидов не видно. Но поднесем к купине зажженную лучину, и вокруг растения мы увидим мимолетное

пламя. Составные части летучих веществ горючи и дают вспышки огня (рис. 9).

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.

Эти вещества не случайны, они имеют значение для жизни самих растений и 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 заболеваниям]



Рис. 9. Неопалимая купина.

Эти вещества названы фитонцидами [и].

В свое время лучшего названия автор открытия придумать не мог; оно прочно вошло в науку и жизнь, и нет надобности изменять его.

[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 в 1928—1930 годах.

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

Многие ученые впоследствии вложили немало труда в разработку 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. Иностранцы ученые, в особенности американцы, англичане и австралийцы, открывают фитонциды различных растений, однако они большей частью замалчивают первенство русской науки в этой новой проблеме и дают им 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 не говорит название «антибиотики», 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 фармакопею. Как-то получилось без особой сговоренности между учеными, что лекарственные фитонцидные препараты, получаемые из бактерий, грибков, называют антибиотиками, а когда речь заходит о высших растениях, почти все дают правильное название — «фитонциды».

Только приходится всегда помнить о 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 микроорганизмов и вредных для него 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 — малолетучие; фитонциды разных растений обладают разной мощностью, различен и их химический состав. Фитонциды одних растений обладают бактерицидными свойствами, то есть могут убивать бактерий. 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 некоторых подвижных бактерий, 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, например мух и слепней, в течение секунд, а простейших — 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 растений имеются кормовые и ядовитые для животных, съедобные для человека и сорняки —

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

Все приведенные цифры, характеризующие протистоцидную мощь 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 быстрее 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. У многих тысяч растений обнаружены бактерицидные фитонциды.

Способы исследования у специалистов по микробам разнообразны.

Наиболее часто исследователями в области фитонцидов применялись способы, указанные на рис. 10.

[Бактерицидные вещества, убивающие многих бактерий, в том числе и болезнетворных для человека и животных, обнаружены у чеснока, хрена, лука, горчицы, редьки, кровохлебки, помидора, картофеля, моркови, кукурузы, таволги, дикого пиона, ломоноса, красного перца, репья, сахарной свеклы, перца, сельдерея, петрушки, лавра благородного, алоэ, крапивы, можжевельника, подорожника.]

Иглы хвойных и почки черемухи, листья лавровишни, тополя, эвкалипта, конопли, валерианы, копытня, кубышки желтой, чистотела, различные части и органы многих других растений обладают бактерицидными свойствами.]

Фитонциды выделяются и растениями, живущими в воде и по берегам у самой воды. Есть такие растения — сине-зеленые 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 — сине-зеленую водоросль, имеющую нитчатую форму. Как выяснилось из опытов, осциллярия выделяет в

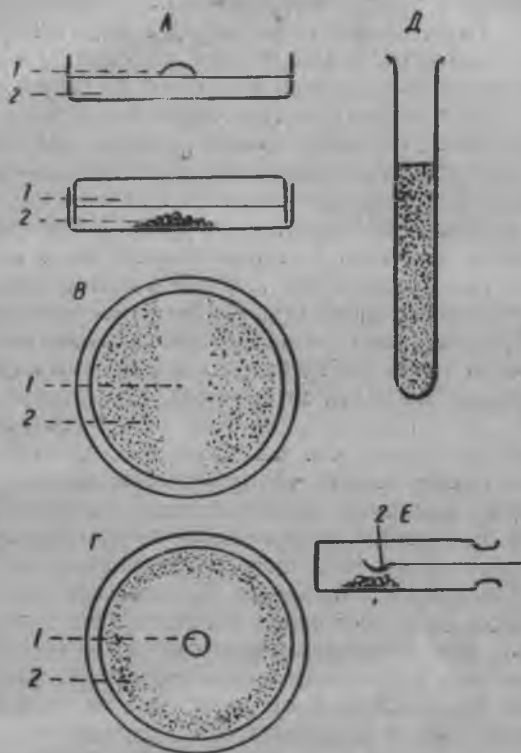


Рис. 10. Схема опытов с бактериями:

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

окружающую водную среду вещества (в том числе и летучие), являющиеся токсическими для некоторых микроорганизмов.

Гречиха земноводная, трифоль, озерный камыш, ядовитый вех, хвощ, водяная сосенка и другие подвод-

ные, водные, плавающие и прибрежно-водные растений обладают энергичными протистоцидными 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 не объясненные 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 доинных 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 растительных и животных (большей частью очень мелких) 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 постоянно попадающих в воду бактерий. Но это предположение странным образом не оправдывается наблюдениями и опытами. Оказалось, что между бактериями и водорослями, по крайней мере некоторыми из них, существует стихийная борьба, антагонизм: много водорослей — мало бактерий, мало водорослей — много 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. (Речь идет, конечно, о совершенно безвредных для человека бактериях.)

Что такое количество бактерий действительно крайне ничтожно, видно из того, что вода, содержащая в 1 кубическом сантиметре до 500 микробов (конечно, безвредных для человека), уже считается хорошей, до 1000 — посредственной и лишь при наличии нескольких тысяч микробов — плохой. В одном кубическом санти-

метре хорошего молока находится обычно 30 тысяч бактерий (конечно, неболезнетворных для человека), а в одном грамме почвы — 10—15 миллионов микробов.

Но возвратимся к странному противоречию, которое обнаружено 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 налил ее в колбочки в два раза большего размера. В другие такого же объема колбочки он налил 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 засеивал их на питательные для бактерий среды. Что же оказалось? Через двое суток бактерий в одном кубическом сантиметре нефильтрированной 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 слизевика, грибы, лишайники и бактерии. К высшим же растениям относятся мхи, папоротники, хвойные, все цветковые растения.

Если же фитонцидные свойства присущи всем растениям, то не должны явиться исключением и сами

бактерии и грибки, например плесневые. Так оно и оказалось. Сами бактерии и низшие растения выделяют в определенных условиях размножения во внешнюю среду вещества, убивающие других бактерий и грибов.

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 грибом, носящим название пенициллиум нотатум, вещества, выделяемые бактерией, живущей в почве, — бациллой бревис, и, наконец, одним лучистым грибом — актиномицетом.

Первое вещество, извлекаемое специальным химическим путем из жидкой среды, в которой растет плесневый грибок, названо пенициллином

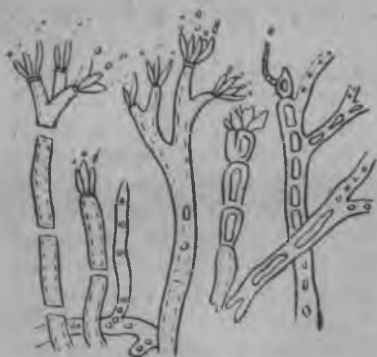


Рис. 11. Плесневый гриб пенициллиум нотатум, который выращивают для производства пенициллина.

(рис. 11), 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 своеобразны. Они представляют собою великолепные оранжереи или теплицы для выращивания низших растений. Усилия ученых, работающих здесь, направлены на создание самых благоприятных условий для роста и размножения плесневых грибов и бактерий, на создание лучших питательных сред для них, для того чтобы эти плесневые грибки и почвенные бактерии давали наиболее полноценную в количественном и качественном отношении продукцию, спасающую столько человеческих жизней.

Во время Великой Отечественной войны медицина смело ввела новые антисептики (обеззараживающие от

бактерий и грибков вещества) в практику. Тогда началась, как говорится, новая полоса в медицине, которую образно можно назвать «пенициллиновой эпохой». Медицина благодаря новым антисептикам спасла жизнь миллионам людей. Интерес к фитонцидам низших растений не ослабевает до сих пор, и ученые ищут новые и новые лекарственные вещества для помощи больному человеку.

Сколь распространены фитонцидные свойства в мире низших растений? Усилиями советских ученых — Красильникова, Новогрудского, Имшенецкого, Гаузе и многих других, а также многих иностранных ученых обнаружено огромное количество бактерий и грибков, которые в результате своей жизнедеятельности выделяют во внешнюю среду антимикробные начала, убивающие или угнетающие жизнь других бактерий и грибков — своих противников, конкурентов в стихийной борьбе в природе.

Красильников со своими сотрудниками изучил более 5 тысяч видов низших растений, которые называются актиномицетами. Из каждых 100 видов 40 оказались организмами, выделяющими во внешнюю среду фитонцидные вещества, угнетающие рост тех или иных низших растений. Несмотря на то что уже тысячи талантливых ученых удачно атаковали чудодейственные плесневые грибки, много еще неожиданного могут принести новые исследования.

Болгарскими учеными Марковым и Богдановым доказано, что плесневые грибы, лучистые грибы (актиномицеты), пивные и винные дрожжи да и бактерии помимо продукции нелетучих антибиотиков выделяют во внешнюю среду летучие фитонциды. В этом можно убедиться, поместив невдалеке от плесневых грибов бактерии, посеянные на питательной среде. Так, плесневый гриб, называемый ароматическим пенициллом, убивает на расстоянии многих бактерий стафилококков, сарцин, сенную палочку, тетрагена, бациллус микоидес и др.

В свою очередь бациллус микоидес и другие микробы выделяют летучие фитонциды, тормозящие рост тех или иных микроорганизмов.

Много загадок дают новые опыты и для химиков. Очень любопытно, например, что летучие фитонциды плесени — это не те ароматические вещества, которые выделяются ими и которые вызывают запах. Киевские

ученые В. И. Билай и А. А. Вьюн провели также исследования летучих веществ грибов, называемых полатыни «мортиерелля». Они широко распространены в почве, навозе и в других веществах, их можно легко найти на поверхности насекомых. Эти грибы губительно действуют на расстоянии на многие другие микроскопические грибки и бактерии.

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 бактерий, но он не причиняет никакого вреда туберкулезной палочке. Стрептомицин же, наоборот, убивает туберкулезную палочку, но не убивает некоторых бактерий, весьма нестойких к грамицидину. Таких примеров можно было бы привести множество.

Одно поколение ученых не сможет изучить фитонцидные свойства всех растений, произрастающих на земном шаре. Один вид мягкой пшеницы имеет не менее 3 тысяч сортов, один вид картофеля — не менее тысячи, один вид яблони — не менее 2 тысяч сортов. 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.

Но для суждений по этому вопросу уже достаточно материалов и в наше время. Не будем приbedняться и насчет опытов с бактериями. Было бы скучно для неспециалистов излагать на многих страницах результаты сотен опытов разных исследователей. В одной толь-

ко лаборатории профессора К. И. Бельтюковой (Киев) поставлены тысячи опытов. Изучались бактерицидные свойства фитонцидов роз, георгина, мака, дельфиниума, лилии, пиона, петунии, настурции. Испытуемых бактерий было также немало — десятки видов.

По силе действия фитонциды, естественно, оказались различными, но одно ясно: многие фитонциды сильно подавляют жизнь бактерий. К. И. Бельтюкова и ее товарищи по науке исследовали также влияние фитонцидов травянистых и древесных растений на фитопатогенные бактерии (болезнетворные для растений). Они изучили фитонциды малины европейской, бузины черной, осины, ореха грецкого, дуба обыкновенного, черемухи, сосны обыкновенной, клена обыкновенного, лимонника китайского, граба обыкновенного, щавеля конского, горчица, молочая лозяного, полыни полевой, осота обыкновенного. Испытывали фитонциды коры и листьев древесных пород. Под опытом было 38 разных бактерий, в том числе и возбудителей очень опасных болезней сельскохозяйственных растений. Эти бактерии легко убиваются, например, фитонцидами щавеля конского. Фитонциды сосны очень действенны против возбудителей бактериальных болезней фасоли, хлопчатника, помидоров, картофеля и люцерны.

Киевские ученые А. С. Бондаренко, В. А. Приходько, Г. Т. Петренко, А. А. Мещеряков, Т. И. Скоробогатько исследовали на десятках видов бактерий антимикробные свойства фитонцидов. 600 видов кормовых растений произрастает на природных пастбищах и сенокосах Украинской и Туркменской республик, и фитонциды всех этих растений убивали те или иные бактерии.

Многие тысячи исследований проведены в разных странах за истекшие после открытия фитонцидов десятилетия. Этими исследованиями в той или иной мере охвачены представители всех растительных семейств. Наверное, обследовано не менее 20 тысяч высших растений. Изучались и противогрибковые свойства.

Сибирский ученый Е. П. Лесников на основании собственных исследований и работ других ученых подсчитал, что уже в 1967 году доказано противогрибковое действие фитонцидов 879 видов высших растений, принадлежащих к 128 растительным семействам.

Приведем примеры фитонцидов, убивающих те или иные бактерии. Туберкулезная палочка (в опытах вне

организма) убивается фитонцидами чеснока и гречихи. От фитонцидов пихты погибают дизентерийная и коклюшная палочки, стафилококки и другие бактерии. Фитонциды почек березы бородавчатой губительно действуют на дизентерийную и кишечную палочки. Фитонциды черной смородины, черемухи, эфедры, укропа и многих других растений убивают золотистый стафилококк. От фитонцидов люцерны погибает возбудитель болезни хлопчатника — гоммоза. Паратифозные бактерии нестойки в отношении фитонцидов полыни, зверобоя и калужницы. Фитонциды бархатцев убивают стафилококки, возбудителя черной ножки картофеля, бактериального заболевания огурцов. И так далее, и так далее.

В этой книге читатель найдет много интереснейших фактов об антимикробной активности фитонцидов высших растений. Трудно сомневаться во всеобщности явления фитонцидов. 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 ними. Что же касается тех растений, которые выделяют фитонциды во внешнюю среду, а таких подавляющее 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 другого подобного микроба; если бы заинтересовался этим растением, положим, специалист по болезням картофеля, он не обратил бы внимания на дизентерийную палочку, а по-

смотрел 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 грибок пенициллиум нотатум, оказалось небактерицидным в отношении дизентерийной палочки, то это еще не означало бы, что оно лишено бактерицидных свойств. Так ведь и оказывается на деле. Предположим, что еще не известны 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. Этот вывод был бы совершенно неосновательным, так как фитонциды лука великолепно убивают многих других бактерий.

Очень многое зависит, далее, от условий опыта. Как увидим впоследствии, выделение летучих фитонцидов у большинства растений очень быстро прекращается после измельчения растения. Поэтому нужно опыты ставить с возможно большей быстротой: нельзя терять не только часы, но даже минуты и секунды после срывания 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 антимикробные вещества? К тому же мы еще не знаем, как в разных случаях химическим путем извлекать фитонцидные вещества из растений. Еще неизвестно, тождествен ли в химическом отношении пенициллин натуральному фитонциду плесневого грибка, из которого он получается.

Возможно, что фитонцидные вещества плесневых грибов богаче, красочнее, мощнее, чем определенным образом извлекаемые из них те или иные лекарственные вещества. Пенициллин может оказаться лишь частью совокупности фитонцидных веществ, имеющих в живом растении, притом сильно измененной химически.

ХИМИЯ ФИТОНЦИДОВ

Мы познакомились с некоторыми фактами мощного бактерицидного, протистоцидного и противогрибкового действия фитонцидов. Многим казались на первых порах невероятными бактерицидная мощь 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 0,5-процентном растворе, убивают туберкулезную палочку лишь через 12—24 часа. В течение 10—30 минут этот микроб не погибает в 10—15-процентном растворе серной кислоты. Конечно, удивительно, 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 или роль витаминов в организме и т. д. Тысячелетия были известны не менее таинственные факты с луком и до открытия фитонцидов, только эти факты примелькались и не останавливали на себе внимания.

Разве те слезы, которые проливает домашняя хозяйка при разрезании 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 сомне-

ния даже у высококвалифицированных химиков. Между тем как раз химикам предстоит снять покров тайны, окутывающий новую главу науки — фитонциды, снять в интересах теории и практики здравоохранения, ветеринарии, растениеводства и многих других областей человеческой деятельности.

Много опытов провели в последнее десятилетие ученые, чтобы выяснить химическую природу фитонцидов, и все же надо считать, что мы находимся лишь в самом начале исследований в этой области.

Более посчастливилось бактерицидным препаратам — пенициллину и грамицидину. Без преувеличения можно сказать, что целая армия химиков атакует плесневый грибок — пенициллий 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). Это, так сказать, обрывки белка, в которые входят остатки аминокислот — валина, лейцина, орнитина, фенилаланина и пролина. Химическая природа пенициллина также известна. 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 проведены 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 чеснока — сативин, привлекий внимание многих врачей.

Американские ученые в 1944—1945 годах извлекли из чеснока бактерицидный препарат аллицин и высказали предположение о его химической природе.

В 1948 году в Швейцарии искусственно создали (произвели синтез) действующие бактерицидные вещества чеснока.

Известно еще не менее десяти попыток химиков разных стран узнать точный состав фитонцидов чеснока. Пока, однако, работа эта еще не завершилась полным успехом. Более десяти препаратов создали из чеснока, но каждый из них отличается друг от друга по химиче-

скому составу и по своему действию на микробов, а все они уступают еще по своей противомикробной силе природному тканевому соку чеснока и его летучим фитонцидам.

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. Камиева, фитонциды чеснока по своей химической природе близки к глюкозидам — веществам, широко распространенным в растительном мире. Из чеснока выделено вещество, подавляющее бактерии уже в разведении 1:250 000. Названо оно аллином. Это маслянистая жидкость, растворяющаяся в спирте и эфире, но плохо растворяющаяся в воде. Состоит она из углерода, кислорода, водорода и серы. Химики пишут так: $C_3H_5-S-C_3H_5$. Думать,



однако, что это и есть фитонцид чеснока, неправильно. В лучшем случае это один из компонентов сложного комплекса веществ, являющегося фитонцидом.

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 различному биологическому действию на микро- и макроорганизмы¹.

Однако антимикробные вещества растений могут оказаться очень простыми соединениями. Так, Р. М. Каминская выделила из можжевельника фитонцидное вещество $C_{11}H_{18}$. Оно убивает кишечную палочку, возбудителей тифа и паратифа А и В, возбудителя дифтерии, дизентерийную палочку. Натуральные фитонциды можжевельника, однако, навряд ли состоят только из этого вещества.

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

Исследование состава летучих фитонцидов привело к заманчивой мысли: сравнить их с эфирными маслами растений. Автор в первые годы исследований был уверен в необходимости отождествления летучих фитонцидов с эфирными маслами. Впоследствии оказалось, однако, что летучие фитонциды и эфирные масла нельзя отождествлять, хотя по происхождению они и могут быть связаны с ними.

Многие опыты в нашей и других лабораториях убедили нас в том, что не только эфиромасличные растения, но и растения, не содержащие эфирных масел, обладают прекрасными фитонцидными свойствами; раненые листья дуба, например, очень хорошо на расстоянии убивают различных микробов.

Некоторые эфиромасличные растения обладают весьма слабой способностью убивать микроорганизмы. Так, фитонциды листьев всем известной герани очень плохо, лишь в течение часов, убивают простейшие одноклеточные организмы. Кстати сказать, совершенно необходимо, чтобы растительные вещества, имеющие запах, обладали фитонцидными свойствами.

Как получают эфирные масла?

Главный способ — перегонка эфирных масел с водяным паром. Нам надо получить, например, эфирное масло из листьев эвкалипта или из кожуры плода лимона. Заготовим сырье. Измельчим его и подвергнем действию горячего пара. Эфирное масло, в микроскопических частицах находящееся в особых вместилищах, называемых желёзками, выступает и извлекается паром. Масло собирают в особые сосуды, иногда очищают химическими веществами и вторично перегоняют с горячим паром. Получается маслянистого вида жидкость, почти нерастворимая в воде; на бумаге она, как и подсолнечное масло, оставляет пятно.

Допустим теперь, что у какого-либо растения, например у черной смородины, летучие фитонциды и эфирное масло являются одними и теми же совокупностями веществ. Для того чтобы понять химическую природу летучих фитонцидов, только что описанный способ перегонки эфирных масел следует признать очень плохим: при действии горячего пара некоторые составные части летучих фитонцидов изменяются.

Перегонка эфирных масел производится не только из свежего, но и из сушеного материала.

Что же там остается от натуральных, естественных летучих фитонцидов?

Ведь есть растения (лук и другие), которые в первые минуты после измельчения расходуют почти все свои летучие фитонциды. Ясно, что ученые, перегоняя из таких растений эфирные масла, получают не естественные фитонциды, а какие-то сильно измененные продукты.

Ученые с помощью остроумных и кропотливых опытов убедились, что летучие фитонциды и эфирные масла необязательно являются одними и теми же веществами. Расскажем об одном таком исследовании на листьях черной смородины.

Тонкой металлической иглой или остро заточенной деревянной иголкой удаётся удалить все железки с эфирными маслами. Для полного удаления следов эфирного масла можно протереть такой лист промокательной (фильтровальной) бумагой. Если такой лист растереть между пальцами, то запах эфирного масла не обнаружится. И вот такой лист без следов эфирного масла все равно продолжает выделять летучие фитонциды и убивать микробов на расстоянии.

И на других растениях доказано, что фитонциды и эфирные масла, даже у эфиромасличных растений, — это разные группы веществ.

Итак, совершенно ясно, что 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. Так, растения анис, розмарин и лаванда погибают от паров собственных эфирных масел.

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 то значение, которое они имеют.

Известны были бактерицидные свойства эвгенола, ванилина, розового, гераниевого и других масел. В России

в 80—90-х годах прошлого столетия применялась 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 инфузорий через 30—60 секунд; богородской травы — через 1—1,5 минуты; змееголовника и иссопа — в первые же секунды. Пары эфирных масел некоторых растений убивают тифозных и дизентерийных микробов.

Обнаружено уже много интересного о химии фитонцидов. Больше всего потрудились ученые Киева Б. Е. Айзенман, С. И. Зелепуха, К. И. Бельтюкова и другие во главе с известным украинским микробиологом академиком Виктором Григорьевичем Дроботько.

Как и следовало ожидать, в большинстве случаев фитонциды — это не одно какое-либо вещество, а набор веществ, особый для каждого растения.

Противомикробными свойствами обладают вещества, часто встречающиеся в растениях и давно известные науке, — дубильные вещества, алкалоиды, глюкозиды, органические кислоты, бальзамы, смолы, синильная кислота и многие другие. Но, как уже сказано, фитонциды — это чаще всего сложный комплекс химических соединений.

Приведем примеры.

Главным действующим началом фитонцидов черемухи является синильная кислота, но, кроме того, имеются бензойный альдегид и неизвестные вещества.

Фитонцидные свойства листьев дуба, казалось бы, легко объяснить тем, что в тканевом соке их всегда имеются дубильные вещества. Эти вещества действительно тормозят рост и убивают многих бактерий. На самом же деле фитонциды листьев дуба — это далеко не только дубильные вещества. Дубильные вещества почти не обладают свойством летучести, между тем листья дуба на расстоянии убивают многих бактерий.

Интересно, что в большинстве случаев фитонциды — это не белки и не нуклеиновые кислоты.

Много загадочного в химии фитонцидов. Одни растения при умирании постепенно теряют свои фитонцидные свойства, другие — длительный период сохраняют их.

Достоинство удивления загадочное явление исключительной «живучести после смерти» некоторых деревьев. Лиственница живет 400—500 лет, а после смерти древесина ее сохраняется сотни и даже тысячи лет. В Государственном Эрмитаже в Ленинграде хранятся срубы могильных склепов, колесницы с колесами, сплетенными из корней лиственниц. Эти изделия пролежали более 25 000 лет, и бактерии и грибы не тронули их. Почему? Не примешаны ли к этому загадочному явлению фитонциды?

Не будем далее углубляться в область химии. Может случиться, что у некоторых растений в составе фитонцидов имеются вещества, неизвестные еще химии. Так думают, в частности, о некоторых составных частях фитонцидов чеснока. 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 неполного, химического состава эфирного масла некоторых растений. Химики, исследуя фитонциды, сделают много полезного для медицины, ветеринарии и сельского хозяйства.

Перед началом этой главы мы вспомнили замечательные слова нашего великого естествоиспытателя Ивана Петровича Павлова: «Факты — это воздух ученого». Это звучит как заповедь для нашего и всех будущих поколений ученых. Можно быть совершенно спокойными и автору и читателю за точность и обилие полученных многими исследователями фактов в области фитонцидов. Мысль читателя законно может спешить получить ответы на многие возникшие вопросы, связанные с пониманием роли фитонцидов в самой природе, со значением открытия фитонцидов для науки, медицины, 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, не скоро, в конце книги, когда будем располагать гораздо большим количеством фактов о свойствах фитонцидов, чем располагаем сейчас.

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? Забежим вперед и предварительно выскажем одно очень ответственное предположение, делающее попытку 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 вырабатывают вещества — фитонциды, помогающие ему наряду с другими многочисленными 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 иные многоклеточные организмы и организмы, имеющие важное значение в предохранении растений от заболеваний, то есть играющие важную роль в естественной невосприимчивости к заразным заболеваниям.

ПРОДУКЦИЯ ФИТОНЦИДОВ НЕОТДЕЛИМА ОТ ЖИЗНИ РАСТЕНИЯ В ЦЕЛОМ

Фитонциды — целебные вещества для самих растений. Об этом много говорится в книге. Означает ли это, что фитонциды являются веществами, предназначенными только для защиты растений? Наука вправе ответить уже в настоящее время с большой достоверностью: нет, не может быть, чтобы фитонциды большинства растений оказались 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 бы

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 антибиотическими 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. Лейкоциты благодаря своим ложноножкам выходят из стенок мельчайших сосудов в районе воспаления, в месте внедрения 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 него веществ, выделяемых бактериями, при действии на него насекомых и т. д. Но они же могут играть в нормальном, здоровом организме растения 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 многого не знаем. Одно ясно — продукция фитонцидов неотделима от жизни растений в целом.

Как правило, энергичные протистоцидные летучие вещества обнаруживаются в течение очень непродолжительного времени после того, как растение сорвано и из него приготовлена кашлица. Нередко уже в первые минуты, а иногда и секунды, растительная кашлица расходует основные порции летучих фитонцидов. В соответствующих опытах приходится следовать совету: лови момент. Кашлица лука дольше, чем кашлица 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 каша из корней дикого пиона («марьяна корня»), даже простояв на воздухе в продолжение трех суток, выделяет летучие фитонциды, от воздействия которых протозоа погибают через 3 минуты. Еще более удивителен чеснок. Это какой-то неисчерпаемый источник летучих фитонцидных веществ. Приготовленная из его луковицы каша, простояв в блюде на воздухе в обычной жилой комнате в течение 100—200 часов и более и подсохнув, 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 всегда необходим. Но в большинстве случаев он оправдывается, и в опытах с летучими фракциями фитонцидов нельзя быть медлительным. Пример из жизни нашей лаборатории 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 кашу 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 получались весьма различные результаты: мухи гибли то в течение 5—30 секунд, то в течение 3—5 минут, то есть примерно в 50 раз медленнее.

Выделение фитонцидов различными органами одного и того же растения различно. Так, летучие веще-

ства листьев дикого пиона убивают простейших в 2,5 минуты, а летучие вещества корня того же пиона в тех же условиях опыта убивают в течение 3—5 минут.

Лепестки цветов черемухи менее фитонцидны, чем листья. Луковица лука в 2—3 раза протистоциднее, нежели листья (перо). Летучие фитонциды луковицы чеснока убивают в течение 6—7 минут подвижные споры грибка, вызывающего болезнь картофеля — фитофтору, фитонциды зеленых листьев чеснока — только после 35-минутного воздействия, фитонциды корня — через 20 минут.

Близко родственные виды растений, различные 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 саитоллина — через 9 минут.

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

Фитонциды лука многие пытались использовать в медицине. Поэтому следует остановиться подробнее на свойствах разных сортов этого полезного растения.

В нашей лаборатории изучена способность летучих фитонцидов лука одиннадцати северных и пяти южных сортов убивать инфузорий и фитофтору — грибок, поражающий картофель.

Бралась всего десятая доля грамма луковой кашицы и на расстоянии помещались капли с фитофторой или инфузориями. Читателям, живущим в разных районах нашей страны, интересно узнать подробности.

Расскажем о том, как убивают споры фитофторы и инфузорий летучие фитонциды северных и южных сортов репчатого лука.

Местные сорта репчатого лука из северных областей ¹

Лук Вологодской области № 102/8	36 сек.	1 мин.	22 сек.
Лук Вологодской области № 4/8	55	1	1
Лук Псковской области № 6/п	50	1	17

¹ Слева указано, в какой срок лук убивает споры фитофторы, справа — инфузорий.

Лук Псковской области № 42/п	46 сек.	1 мин.	11 сек.
Лук Латвийской ССР № 1/4	1 мин.		55 .
Лук Латвийской ССР № 17/4	36 .	1 .	7 .
Лук Эстонской ССР № 5/3	1 мин.	9 .	1 . 24 .
Лук Эстонской ССР № 21/3	46 .	1 .	18 .
Лук Дальневосточного края № 2/10	39 .	1 .	22 .
Лук Дальневосточного края № 5/10	49 .	1 .	12 .
Лук Карельской АССР № 1/2	54 .	1 .	30 .

Сорта репчатого лука из южных районов
(Майкопская опытная станция)

Форт № 6	1 мин.	53 сек.	4 мин.	47 сек.
Адриатический лук Барлета		55 .	2 .	25 .
Сверхранный Бед-Флет		54 .	3 .	16 .
Золотой шар	1 мин.	6 .	1 .	12 .
Сонспорт ред гольь onion	1 .	5 .	2 .	20 .

Интересно то, что испытанные южные сорта выделают меньше фитонцидов, чем северные.

На земном шаре растет очень много разных видов эвкалиптов. В нашей лаборатории изучили 30 видов эвкалиптов, выращиваемых в оранжерее Ботанического сада в Ленинграде. Во всех случаях совершенно одинаковым способом изучили свойство летучих фитонцидов разных эвкалиптов убивать одни и те же одноклеточные животные организмы.

До чего же различны оказались разные виды эвкалиптов! Проходит 10—15 минут, и простейшие неизменно погибают, если они находятся в капле воды на некотором расстоянии от раненых листьев эвкалиптов пепельного, прутовидного и многих других. Но в условиях тех же опытов простейшие не погибают даже через 6 часов, если на них воздействовать листьями эвкалиптов, называемых «эвкалипт клавеллина», «кребра» и др. А фитонциды акациевидного эвкалипта не убивают тех же простейших даже в течение 24 часов!

Еще показательнее различия в фитонцидных свойствах малолетучих тканевых соков эвкалиптов. В течение первой секунды простейших убивают соки листьев шаровидного эвкалипта и многих других, а в соке акациевидного эвкалипта те же организмы живут более 24 часов. Фитонцидная сила разных видов эвкалиптов отличается друг от друга в десятки, сотни и даже тысячи раз!

Существуют разные виды черемухи: обыкновенная, виргинская, черемуха Маака и черемуха поздняя (серотина). Большое число исследователей поставили 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 — через 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. Поставлены опыты в ноябре. Водный настой из ноябрьской хвои убивает инфузорий лишь через десятки минут. Летучие фитонциды ноябрьской хвои убивают инфузорий лишь через 1,5—2 часа!

В весеннее 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 фитогфторы.

Исследователи собрали корни кровохлебки в мае и поставили опыты по влиянию их фитонцидов на микробов дизентерии. Из 12 опытов в пяти случаях микробы оказались убитыми в течение 30 минут, но в остальных случаях понадобилось для этого 3- и 4-часовое 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.

Мы давно заметили, что луковицы лука, хранившиеся в прекрасных условиях, все равно к весне становятся менее активными в отношении выработки летучих фитонцидов. В нашей лаборатории ботаник З. А. Борзова

изучила, относится ли это ко всем сортам лука. Что же оказалось? Удалось обнаружить сорта, убивающие некоторых микробов к весне лучше, чем зимой.

Летучие вещества местного сорта Вологодской области в зимнее время убивают инфузорий за 1 минуту 27 секунд, а к весне, при таких же условиях опыта, быстрее — через 40 секунд. Зооспоры фитифторы в этих опытах погибали в январе через минуту, а в июне — через 39 секунд. Сходен в этом отношении лук из Латвийской ССР (сорт 1/4). Больные и здоровые растения дают разную продукцию фитонцидов. Листья черемухи обыкновенной, сорванные с одного и того же дерева днем и ночью, обладают разной бактериоубивающей силой,

Эстонский ученый И. Ю. Славейнас изучил два вида горчицы — белую и сарептскую.

Наибольшая продукция фитонцидов имеет место в самый расцвет жизни этих растений: во время цветения — у сарептской горчицы и во время образования стручков — у белой горчицы. Фитонциды накапливаются преимущественно в нежных и легко повреждаемых органах. У сарептской горчицы много фитонцидов в семенах, в бутонах и цветках и меньше всего в стебле. У белой горчицы фитонцидами богаты корни, средние листья, цветки и прорастающие семена.

Если ранить ткани растения горчицы, то происходит вспышка фитонцидной активности. Фитонцидов образуется больше, если растение находится на свету, а не в темноте. Все это говорит о том, что фитонциды играют очень важную роль в жизни растения. Кстати сказать, бактерицидные и противогрибковые свойства фитонцидов горчицы очень мощные. Многие очень стойкие вредоносные грибы, вызывающие болезни растений, как то фузариум, ботритис, устилляго и др. и их споры умирают после шестичасового воздействия летучими фитонцидами, а многие бактерии умирают в первые минуты!

Уже сказанного достаточно, чтобы сделать заключение о теснейшей зависимости фитонцидной активности растения от его жизни. Но это лишь ничтожная часть фактов, известных науке.





...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

КАК УМИРАЮТ МИКРООРГАНИЗМЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИТОНЦИДОВ

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 сто-

роны, имеются и преувеличенные представления об их исключительной стойкости (по сравнению с бактериями).

Эти мнения, имеющие некоторое основание лишь в отдельных случаях, прощительны 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 паразитический 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 болезнетворные простейшие 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, простейшего, грибка или иных организмов, зависит от того, вступает ли в какие-либо реакции это вещество с веществами организма, затрагивают ли эти реакции жизненно важные органы и отправления, например дыхание.

Есть бактерии, которые, подобно людям, без кислорода обходиться не могут. Но есть также, 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. Вспомним снова о туберкулезной палочке — микробе, очень стойком к различным вредным воздействиям. Эта стойкая бактерия в течение 3—5 минут погибает от летучих фитонцидов некоторых обычных растений!

Двое молодых московских врачей — А. Е. Зимин и В. П. Кротова, используя самую новейшую технику — электронный микроскоп, позволяющий видеть микробы увеличенными в десятки тысяч раз, выяснили, как умирает туберкулезная палочка под влиянием фитонцидов чеснока. Представим себе нормальных туберкулезных микробов. Когда палочка здорова, то отчетливо видны зернышки, так называемые гранулы. Выяснилось, что уже 15-минутное воздействие водного экстракта чеснока ослабляет палочку, а через 30 минут она окажется убитой и подвергнется резким изменениям. Стойкая оболочка ее не устоит против действия фитонцидов чеснока. Если бактерии пробудут в соприкосновении с фитонцидами 20 часов, от бактерий останутся, как говорят, бледные тени. Гранулы распались, оболочка исчезла, растворилась, вся протоплазма (тело бактерии) изменилась, помутнела. Скорая смерть от чеснока туберкулезных бактерий с их изумительной приспособленностью кажется удивительной. Туберкулезная палочка великолепно приспособилась к клеткам и тканям легких человека и обезьяны. А попробуйте впрыснуть под кору какого-либо дерева большое количество туберкулезных палочек. Никакого заболевания растения это не вызовет. Рана заживет, и внесенные бактерии погибнут.

Летучие фитонциды чеснока и тканевые соки его убивают в первые минуты стафилококков, стрептококков, брюшнотифозную бактерию, дизентерийную палочку и многих других микробов.

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, еще лучше чеснок, чтобы все микроорганизмы, населяющие полость рта здорового человека, оказались убитыми.

Во время войны в госпиталях летучими фитонцидами лука, выделяющимися из только что приготовленной кашицы, обрабатывали, «опаряли» в течение 8—10 минут

долго не заживающие 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, что при стерилизующем действии фитонциды ведут обычно к настолько быстрой смерти бактерий, что это явление можно сравнить с действием высокой температуры.



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 грибами, 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. Наш глаз не видит этих бактерий, но под большим увеличением микроскопа они хорошо видны. Они имеют вид подвижных палочек с округлыми концами. На рис. 12 мы видим фотографию этих бактерий. При этом бактериальном заболевании у основания 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. 13 дан фотографический снимок больных луковиц чеснока. Чесночная бактерия оказывается очень стойкой к фитонцидам чеснока, более стойкой, чем туберкулезная палочка.

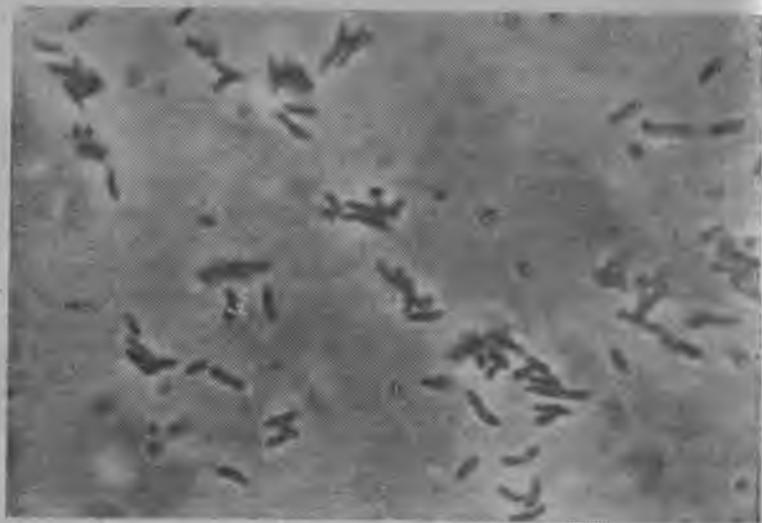


Рис. 12. Чесночные бактерии.

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

Это не означает, что фитонциды чеснока совершенно не убивают чесночную бактерию. Чеснок защищается своими фитонцидами и против этой бактерии. Заболевание от этого микроба происходит лишь тогда, когда ослабляется жизнедеятельность растения и уменьшается производство фитонцидов. Да и в этом случае приходится сделать оговорку. Заразим искусственно дольку чеснока чесночной бактерией. Если заражение произойдет, то благоприятную почву в тканях чеснока найдут для себя и грибы, и через одну-две недели зараженная бактерией долька обильно покроется плесенью. Все ли ткани дольки прекращают продукцию фитонцидов и все ли они перестают сопротивляться чесночной бактерии? Нет.

Пораженная луковица может прорасти в воде или в почве.

В этом случае разрушение пораженных частей происходит еще более усиленно, но вырастает здоровое растение со здоровой луковицей.

Доказано строгими научными опытами, что чесночная бактерия является именно чесночной. Попробуем искусственно заразить этой бактерией луковицы тюльпана, нарцисса, гладиолуса, гиацинта, клубни картофеля или разные органы других растений. Нам не удастся вызвать болезнь. Фитонциды этих растений и другие защитные их свойства препятствуют размножению чесночной бактерии или убивают ее.

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



Рис. 13. Поражение заразной болезнью луковицы чеснока.

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 несостоятельности рассуждений о «нежности» и «стойкости» бактерий, грибков или простейших. Нельзя эти вопросы разрешать упрощенно, пельзя, в частности, утверждать, что простейшие вообще более «нежны», менее «стойки», чем бактерии.

КАРТИНЫ СМЕРТИ ИНFUЗОРИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИТОНЦИДОВ

Как и почему умирают под влиянием фитонцидов бактерии, простейшие и грибки? Вопрос этот не праздный, а очень важный 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 (рис. 14). 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 то обстоятельство, что помимо прекрасных современных микроскопов мы располагаем очень важным дополнительным способом исследования — киносъемкой. В зависимости от задачи исследования можно заснять научный фильм при различных увеличениях микроскопа и с разной скоростью. Можно растянуть во времени какое-либо явление или, наоборот, сократить его.

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

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 (рис. 15). Такое явление микробиологи называют лизисом. Тело инфузории «исчезает». То же происходит с инфузорией, называемой локседес рострум. В течение 10—15 секунд все ее тело растворяется в окружающей жидкой среде!

В совершенно тех же условиях другая инфузория — сиростомум терес — под влиянием тех же фитонцидов распадается на зернышки, но растворения всего тела не происходит. Эту смерть мы называем зернистым распадом (рис. 16).

Некоторые простейшие под влиянием фитонцидов умирают, сохраняя свое строение, все свои основные структуры — ядро, реснички, благодаря которым про-



Рис. 14. Большая луковица лука; она поражена бактерией каротворум и другими микроорганизмами.

исходит движение, и т. д. Более того, эти структуры становятся отчетливее — при умирании как бы закрепляется их строение. Микроорганизм умер, но он кажется нормальным. В таком состоянии микроб может находиться час, другой, третий и даже более суток. Затем уже начинается совершаться саморазложение — очень сложное химическое явление распада белков и других соединений. Примером такого явления может служить фиксация структур и последующий распад



Рис. 15. Начало умирания стило-
нихии под влиянием летучих фи-
тонцидов лука. Справа заметно
начало распада.



Рис. 16. Зернистый распад инфу-
зорий спиростомум терес под вли-
янием летучих фитонцидов лука
(с л е в а — нормальная инфузо-
рия).



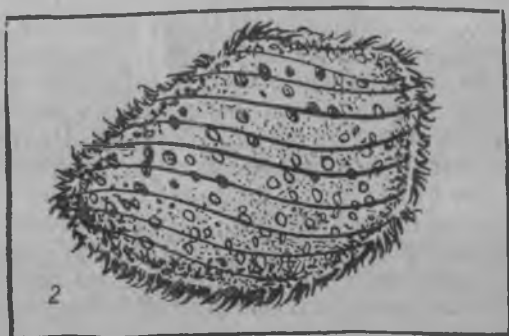
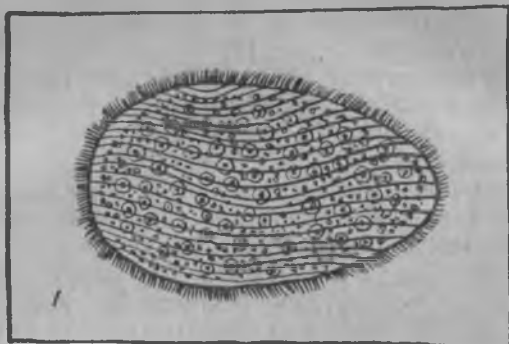


Рис. 17. Фиксация структур у опалины:

1 — нормальная инфузория; видно много одинаковых ядер и реснички, при помощи которых движется паразит; 2 — инфузория спустя сутки после ее смерти фитонцидов лука; все структуры (ядра, реснички и другие) стали еще более отчетливыми; 3 — начинающийся распад той же инфузории; реснички и ядра исчезают, на поверхности появляются пузырьки,

у инфузории, называемой опалиной, паразитирующей в кишечнике лягушки (рис. 17).

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 стилонихию, спиростомум 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, приводящие к их 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 этого 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. Сколь различно реагирует один и тот же организм на действие различных фитонцидов, можно видеть на рис. 18.

Мы сняли под микроскопом кинофильм о влиянии летучих фитонцидов лука на инфузорию стилонихию.

На рис. 19 представлены фотоснимки с отдельных последовательных картин.

Сначала начинает умирать передний конец инфузории, тот, которым она движется. 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. 19 буквами *б* и *в* обозначены снимки с тех кадров фильма, когда от инфузории остаются лишь не-

большие участки тела. Они продолжают двигаться даже более ускоренно, чем в норме.

Еще более удивительно явление, представляющее пока для науки загадку: инфузория почти полностью

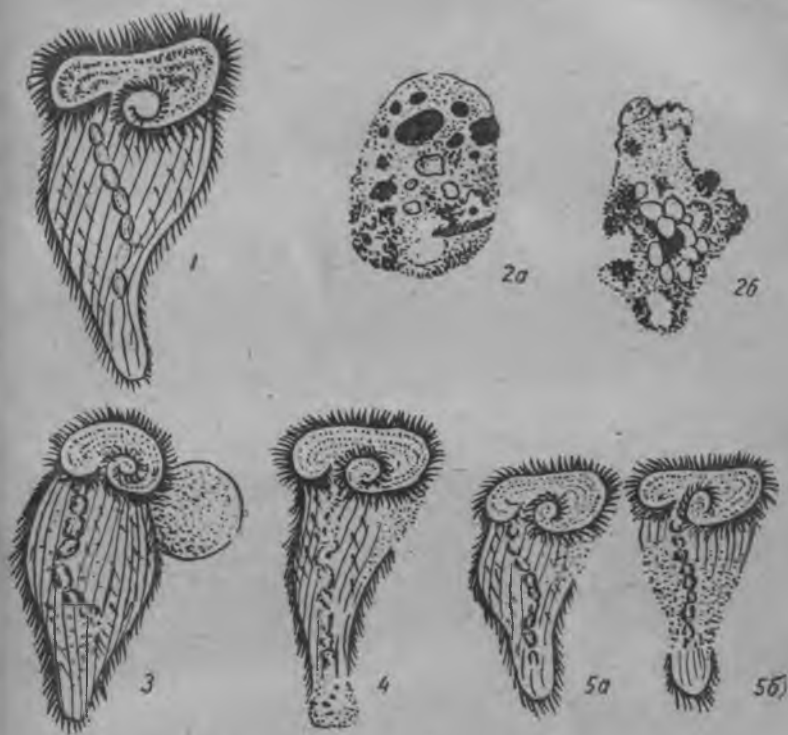


Рис. 18. Смерть трубача под влиянием фитонцидов:

1 — нормальный трубач; 2а, 2б — 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; 5а, 5б — смерть трубача под влиянием летучих фитонцидов черной смородины,

исчезает, лизируется. На рис. 19, г, который представляет один из заключительных кадров кинофильма, видно, что от инфузории остались лишь небольшие количества мельчайших зернышек. Это скорее даже не частички тела инфузории, а различные нерастворимые включения в ее протоплазме.

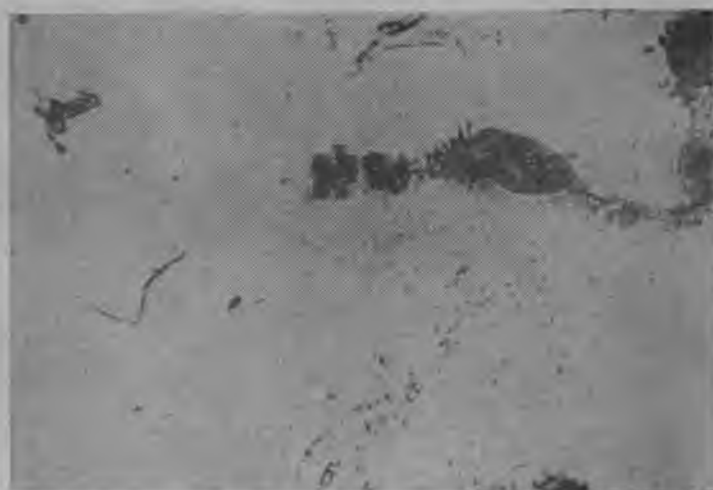
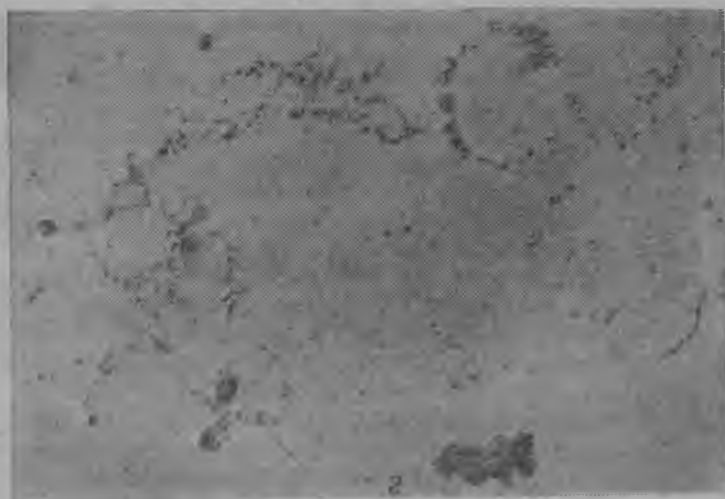
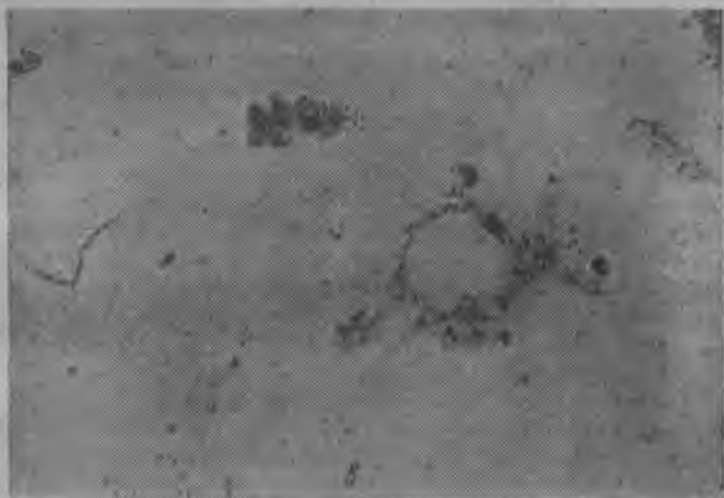


Рис. 19. Последовательные этапы умирания стилонихии под влиянием



янием летучих фитонцидов лука (фотоснимки с микрокинофильма).

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.

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 цинге. В последние 50 лет благодаря открытию витаминов догадки народной китайской медицины стали научно обоснованными, и сейчас никто не сомневается, что среди витаминных растений одними из лучших против цинги 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 протистцидными 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 дно чашки Петри (или в любую другую подобную посуду), а на внутренней поверхности крышки поместим висющую каплю сенного

отвара с простейшими, например инфузориями. Все они погибают. 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 даже на несколько десятков 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. 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 нестойки к летучим фитонцидам кожуры цитрусовых. Мы обнаружим совершенно удивительное явление: сколько бы мы ни налили сока мякоти плодов, никакого действия летучие вещества сока на инфузорий 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 многих бактерий, в том числе и вредных для человека.

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

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

Отмечено совершенно отчетливое бактериоубивающее действие летучих веществ в отношении и других бактерий, например золотистого стафилококка и бактерии цитрипутеале, 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 из мякоти сока тех же плодов не оказы-

вает на них на расстоянии смертельного действия, хотя и убивает некоторых бактерий.

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 citrusовых 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 citrusовых 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 протозоа лишь при непосредственном соприкосновении с тканевыми соками.

Из воздуха, от птиц и насекомых, да и другими путями на поверхность растущих и созревающих плодов citrusовых 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 созревания берутся плоды для опытов. Накопление и выделение фитонцидов самым близким образом связано со всей жизнью растения. Менее зрелые плоды более протистоцидны.

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 прото-

плазме 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 решать 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 протистоцидную 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 перезревшее 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 он не гниет, а продолжает выделять мощные фитонциды, убивающие всех гнилостных бактерий и плесневые грибки. Для размножения растений, 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 выполнять 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 не создавалось предвзятого мнения, приведем пример, как будто противоречащий высказанным мыслям.

Листья у citrusовых 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 сложен. Об этом говорит следующий опыт.

12 марта 1949 года мы сорвали с лимонного дерева, выращиваемого в комнатных условиях, два листочка — молодой и старый — и испытали их на протистоцидные свойства. В условиях наших опытов смерть инфузорий от летучих фитонцидов старых, но не увядших листьев наступила через 12 минут. Молодые же листья, сорванные с того же экземпляра растения, вопреки ожиданию, даже через 3 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 неверно? Естествоиспытателю надо каждое явление изучать всесторонне, иначе возможны большие ошибки. Опыт с молодым и старым листьями 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 расстоянии 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 узнаете процентное содержание воды в разных листьях, ваш 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 МИКРО- И МАКРООРГАНИЗМОВ ОТ ФИТОНЦИДОВ ЦИТРУСОВЫХ

Мы с кинооператором В. Д. Быстровым сняли научный кинофильм, чтобы узнать подробности умирания инфузории 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 всячая капля воды со стенторами. Капля эта подвергалась «бомбардировке» летучими фитонцидами лимонной кожуры. Под микроскопом производили и съемку.

О чем же рассказывает нам кинофильм?

Трубач — одна из красивейших инфузорий, размер его 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 тело 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. 20 представлены снимки с отдельных кадров этого фильма. Но они, к сожалению, могут дать лишь слабое представление о бурно разыгрывающихся событиях.

На рис. 20, а снят стентор в капле без воздействия фитонцидов (в вытянутом состоянии). От начала



Рис. 20. Последовательные этапы умирания стентора под кино.

воздействия фитонцидами (рис. 20, б) до полного разрушения инфузории прошло 92,5 секунды.

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. 20, б стентор снят через минуту после начала воздействия. Намечается явление лизиса (растворения), начинающегося 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.

На рис. 20, в снят труп инфузории через 13 секунд после описанной картины. Объем трупа уменьшился по крайней мере в два раза. В окружности, на расстоянии более чем трех диаметров оставшегося шара, видны зернышки из распавшейся протоплазмы.

Проходит еще 14 секунд (рис. 20, г), 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, очень увлекательная и 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 болезнетворных микробов.

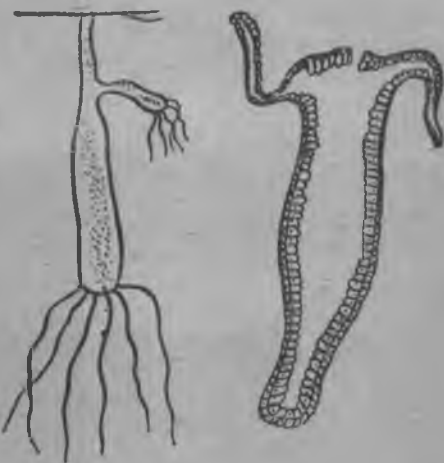
Несомненно, что эта загадка уже в ближайшее время будет решена. Пока же можно строить только различные предположения. Маловероятно предполагать, что сравнительно небольшое число молекул летучих фитон-

¹ Один микрон равен одной тысячной миллиметра.

цидов, «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? Может быть, молекулы фитонцидов являются, образно выражаясь, заправкой для этих процессов?

Любое явление в природе таинственно

Рис. 21. Гидра: слева — гидра прикрепилась своей подошвой к листу водного растения; на материнском организме растет почка; справа — гидра разрезана сверху вниз. Разрез прошел и через двое щупалец. Видно, что стенки тела гидры состоят из двух слоев клеток.



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 организмах. Может быть, среди группы веществ, из которых состоят фитонциды citrusовых 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 растений могут оказывать губительное действие и на многоклеточные организмы, вплоть до высших животных. Чтобы получить более полное представление о фитонцидах citrusовых, приведем один пример их влияния на многоклеточные организмы.



Рис. 22. Последовательные стадии уми тонцидов кожуры лимона (фотосним



рапия гидры под влиянием летучих фи-
ки (с микрокинофильма).

Изберем для этой цели гидру. Гидры живут в прудах, озерах и медленно текущих реках на водных растениях и камнях. Они настолько велики, что видны и без микроскопа. Размеры тела их без щупалец от 2 миллиметров до 1,5 сантиметра (рис. 21).

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 желудочного отдела находится ротовое отверстие, окруженное 5—8—9 щупальцами — длинными нитями, могущими вытягиваться и сокращаться. Благодаря им гидра втягивает внутрь желудочной полости различную пищу — например, мелких водяных рачков; гидра состоит из большого количества разнообразных клеток, нервных волокон, образующих сложную сеть по всему телу. Короче говоря, гидра — животное сложное, хотя она наиболее просто устроена по сравнению с другими многоклеточными.

Способом микрокино съемки удалось проследить все этапы умирания гидры, находящейся в капле воды, на некотором расстоянии от которой помещается источник фитонцидов — кашица из лимонной кожуры. Удивительное явление! В короткое время вся гидра с ее тысячами клеток, за исключением особых, так называемых стрекательных капсул и стрекательных нитей, исчезает, исчезает так же, как стентор и некоторые другие организмы.

На рис. 22, *а* сфотографирована нормальная гидра. На рис. 22, *б* — снимок с киноленты через 2 минуты 1 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. 22, *в* представляет фотоснимок той же гидры через 2 минуты 28 секунд после начала опыта. Здесь уже отчетливо виден распад щупалец: они превратились в какие-то махры. Погибшие клетки отторгаются от тела гидры.

На рис. 22, *г* (3 минуты 21 секунда от начала опыта) отчетливо виден распад всех щупалец. К нему присоединяется теперь и начинающийся распад подошвы сте-

белька. Далее физико-химические события разыгрываются еще более быстрыми темпами. Проходят новые 17 секунд. Отторгаются куски мертвых щупалец. Распадаются стебелек, тело гидры разрыхлено, махрится, отторгаются отдельные клетки. Через 5 минут 31 секунду (рис. 22, *д*) и через 7 минут 17 секунд (рис. 22, *е*) после начала опыта распад гидры столь значительный, что взятые отдельно фотоснимки на этих стадиях по-смертных 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. «Многочлечный организм исчез!» Как будто это был кусок сахара в горячей воде.

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

ХЕМОТАКСИС

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 растения редко бывают так сильно 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 много 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 микроорганизмы, но, наоборот, помогают им 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 его врагов.

Совершенно очевидно, что деятельность фитонцидов, улучшающих питание, рост и размножение полезных для растений бактерий, играет 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 навстречу 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 подвижный 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 после-

дующие 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.

Не требуется, конечно, да и невозможно сообщать здесь о многих фактах, касающихся хемотаксиса и его роли во взаимоотношениях микроба-паразита и растения-хозяина. Но все же об одном явлении расскажем. Возбудитель наиболее страшной болезни винограда, называемой милдью, — это гриб плазмопара витиколя. Зооспоры, которыми он может размножаться, странным образом «находят» устьица на листе винограда и проникают внутрь тканей. Каким образом? Достоверно доказано — благодаря положительному хемотаксису зооспор. Очень может статься, что этот гриб не только приспособился в ходе сопряженной эволюции с растением винограда к его фитонцидам, но и выработался положительный хемотаксис зооспор гриба к фитонцидам винограда, скорее к его каким-то компонентам, связанным пространственно с устьицами листьев.

Правильность предположения о хемотаксисе микроорганизмов в отношении фитонцидов 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 гляукомы 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 моментально, словно по команде «назад!», изменяют свое движение.

Возникает вопрос: относится ли это явление к хемотаксису? Опыты и наблюдения, сделанные не в природной, а в лабораторной обстановке, подтверждают это предположение.

Возьмем стеклянную чашку любого размера. На подставки положим стеклянную трубку 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 (рис. 23).

В каждом участке этой трубки видны под микроскопом плавающие инфузории. Поставим опыты с гляукомами. В зависимости от того, под каким увеличением микроскопа или лупы рассматривать эту трубку, будет видно большее или меньшее количество гляуком. Это и понятно: чем большее увеличение избрать, 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 готовый для опыта источник фитонцидов, например измельченные листья черемухи, лавровишни, 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 наглядными.



Рис. 23. Хемотаксис простейших:

а — как ставится опыт: *1* — стеклянная трубка с водой, в которой находятся инфузории; левый конец трубки завязан, а правый — открыт; *2* — кашница из растений — источник летучих фитонцидов; *б* — результат опыта через 3 минуты после его начала; *в* — результат опыта через 6 минут: все инфузории оказались у закрытого конца.

Можно добиться, чтобы вследствие отрицательного хемотаксиса к летучим фитонцидам уже в течение 30 секунд на расстоянии 2—3 миллиметров от источника 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 проплывала бы

расстояние, равное ее длине, умноженной на 200! На самом же деле, чтобы составить себе представление о быстроте движения, эту цифру надо увеличить 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.

Опыты по хемотаксису проведены со многими растениями: с листьями черемухи, весениими 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.

В специальных работах обнаружено много интересного о влиянии фитонцидов на бактерии, низшие грибы, простейшие животные и на вирусы.

Нельзя просто и однозначно ответить — как умирают микроорганизмы под влиянием фитонцидов. В одном случае могут происходить быстропотекающие химические процессы в оболочках и поверхностных слоях цитоплазмы, а в другом случае — резкое подавление дыхания или гибель тех или иных существенных белков и нуклеиновых кислот, но могут происходить такие химические процессы, при которых изменяется поверхностное натяжение, и это приводит к механическому надрыву оболочек и поверхностных слоев протоплазмы. Причиной гибели может стать, например, и влияние на подвижность частей клетки, имеющей жизненно важное значение. Приведем пример такого действия фитонцидов, который, на первый взгляд, не может привести клетку к катастрофе. В клетках всех микроорганизмов совершаются движения разных участков протоплазмы, и это жизненно необходимо.

В некоторых случаях движения видны и при небольших увеличениях микроскопа. Таковы движения в клет-

ках растения элодеи. Особенно заметны движения так называемых хлоропластов, то есть тех частей клетки, в которых находится хлорофилл; без этого вещества зеленое растение не может строить органические вещества из простых соединений.

В. Д. Рощина доказала, что под влиянием летучих фитонцидов чеснока, хрена, черемухи, рябины быстро изменяется вязкость протоплазмы, изменяется проницаемость для разных веществ, тормозится движение хлоропластов. Уже в первые минуты воздействия фитонцидами черемухи скорость движения сильно изменяется, а часа через полтора хлоропласты полностью останавливаются, наступают разрушительные процессы в клетках.





О ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

Ни в одном уголке земного шара нет в одиночку живущих растений, животных, микроорганизмов. 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 развития живого мира в течение миллионов лет 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.

Самки падальных мух откладывают яйца в гниющие растительные и животные продукты. Зародыши мух могут развиваться среди кишашщих микробов.

Вышедшая из организма рыбы икринка может оказаться в соседстве с различными микробами, растениями и животными.

Каждому типу леса свойственны и свои животные организмы. В буковых лесах встречается от 3 до 4 тысяч видов растений и от 6 до 7 тысяч видов животных (микроскопические одноклеточные животные здесь в расчет не принимаются). Оказывается, что значительная часть животных является строго приуроченной именно к буковым лесам. Около 1800 видов животных и 1170 видов растений населяют только буковые леса.

Ученые высчитали, что под посевом люцерны в Узбекистане одних только насекомых, червей и других на одном гектаре — около 5 миллионов! А микроорганизмов, конечно, и не пересчитать. Почва кишит одноклеточными растениями, микробами.

Приведем еще один пример. Он неприятный, но, пожалуй, полезный, так как заставит чище мыть фрукты и овощи перед тем, как их есть.

В чудесном Петергофском парке под Ленинградом ученые подсчитали, сколько различных насекомых и клещей может быть, например, на ягоде. На 400 граммах земляники оказалось около 600 экземпляров главным образом клещей; на 400 граммах черники — около 1100, на малине — 5000, на рябине — более 7000; в кроне одной большой березы их около 5—10 миллионов.

В природе имеются очень своеобразные взаимоотношения организмов на почве выделения фитонцидов. Так,

фитонциды могут оказаться у маленьких растений оружием очень опасного нападения на больших для них животных. Среди паразитов цитрусовых растений есть черви нематоды, похожие по своему строению на аскариды, но только значительно меньшего размера. Эти черви оказываются в плену у двух грибов, называемых артротрис. Они совместно нападают на червя и побеждают его. Один из грибов, которого ученые прозвали «рыбаком», быстро разрастаясь, образует сети гифов¹, опутывающих червя. Другой гриб, называемый «падачом», выбрасывает нетли, сжимающиеся вокруг червя. Гифы прорастают в тело нематоды и убивают ее выделяющимися фитонцидами. Червь становится, таким образом, добычей грибов и, разлагаясь, служит им пищей. А вот еще не менее своеобразный случай взаимоотношений организмов в природе на почве выделения фитонцидов.

Ученые долго не могли понять, каким образом всосанная пиявкой кровь становится для нее пищей. Чужая кровь с ее сложными химическими веществами должна сначала измениться, а потом уже вещества в более простом виде могут быть усвоены клетками пиявки. У животных и у человека в кишечном тракте вырабатываются особые вещества — ферменты, благодаря которым и происходит пищеварение. В кишечнике пиявок этих веществ нет. Что же оказалось? В кишечнике пиявок постоянно живет, сильно размножаясь, бактерия псевдомонас гирудинис. Эта бактерия является благодетелем пиявки. Она помогает переваривать всосанную кровь, выделяя соответствующие вещества, и эта же бактерия, выделяя свои фитонциды, убийственные для других микробов, оказывается единственной полновластной хозяйкой в кишечнике пиявок и не допускает никакого другого бактериального загрязнения. Вот почему кишечник пиявки совершенно чистый, от сосущей кровь пиявки никогда не заболеешь заразной болезнью. Недаром научная медицина пользуется пиявками при лечении многих болезней.

Растения и животные оказывают многообразное влияние друг на друга. О многом науке известно, а еще более пока неизвестного. Не выяснена еще до конца и роль фитонцидов.

¹ Мы познакомились с гифами выше, когда говорили о фитофторном грибе.

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

Человек, являясь частью природы, стал творцом природы, важнейшим фактором ее эволюции.

Осуществляя гигантское строительство, социалистическое государство должно предвидеть 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 извлечь и из открытия фитонцидов, полезное не только для борьбы с бактериями, простейшими и грибами, 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, привлекающих насекомых 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 столь заманчива потому, что имеет очень большое практическое значение.

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 (рис. 24).

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 яиц моллюсков совершенно безвредны. Раздавить яйцо моллюска, 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.

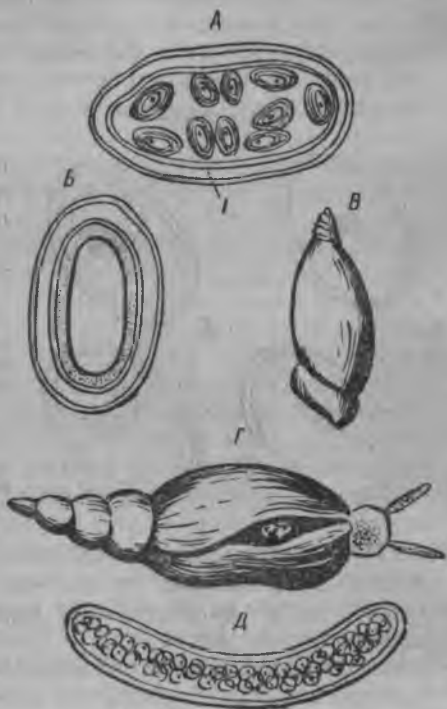


Рис. 24. Моллюски и их яйцекладки:

А — яйцекладка; внутри общей оболочки (1) 10 яиц; Б — отдельное яйцо с оболочками в сильно увеличенном виде; В — раковина моллюска; Г — моллюск (другого вида) в раковине; Д — яйцекладка этого вида моллюска.

дышей. 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 луковую кашу. В первые же секунды (обычно не позднее чем через 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 (рис. 25).

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

Очень многие растения обладают такими свойствами, например листья, почки, кора черемухи, корневища хрена, листья лавровишни, 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 результа-

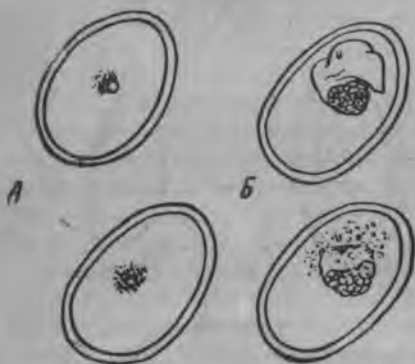


Рис. 25. Распад зародышей моллюсков под влиянием летучих фитонцидов почек черемухи (через 40 минут воздействия):

А — зародыш был на ранней стадии; Б — развившийся моллюск; он имел раковину и вскоре должен был освободиться от яичных оболочек.

ты. Одни водные и прибрежно-водные растения (некоторые сине-зеленые водоросли, спирогира, манник) тормозят развитие зародышей моллюсков, а другие стимулируют их развитие.

Всякий раз, когда узнаешь новый факт из 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 водяные 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.

ФИТОНЦИДЫ И НАСЕКОМЫЕ

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 каша. 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 каше и летая в ее парах. Впоследствии пришлось внести на основании более строгих экспериментов ряд поправок в это первое наблюдение, но основной факт — большая стойкость плодовых мух к фитонцидам многих растений — остался непоколебленным.

Тогда же и возникла мысль: плодовые мухи питаются остатками растений, поэтому они в ходе эволюции оказались гораздо более приспособленными к ядовитым фитонцидам растений. Это неудивительно. 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, аист-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 — комнатных мух, комаров, мошек, слепней. Измельчим листья или другие органы, например черемухи, и тотчас поместим их на дно стеклянной банки, в которую впустим несколько экземпляров интересующих нас насекомых. Летучие фитонциды черемухи убьют в первые же секунды комнатных мух, 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, ксантоксила Бунге, эвкалиптов цитриодора, цинерея и глобулус; плоды лимона, мандарина и апельсина; семена посевного пастернака, сибирского борщевика; иглы пихты; 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 Распопов, 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 впускали мух, а в других опытах — муравьев. В опытах с хвойными в пробирку помещалась мелко изрезанная и раздавленная хвоя.

Оказалось, что мухи погибали от листьев тюльпанного дерева через 1,5—2 минуты, от листьев рябины — через 35—45 минут, от листьев лавровишни — в первую минуту, от игл можжевельника — через 2—3 часа, от игл

дугласовой пихты — через 18—25 минут, от листьев камфарного лавра — через 19—30 минут, от листьев кипарисника Лаврона — через 2—3 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 стадии 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 гибели мух, 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.

НЕМНОГО О КЛЕЩАХ

Может быть, фитонциды некоторых растений пригодятся в качестве веществ, отпугивающих кровососущих насекомых и клещей — переносчиков ряда заболеваний: малярии, энцефалита и других?

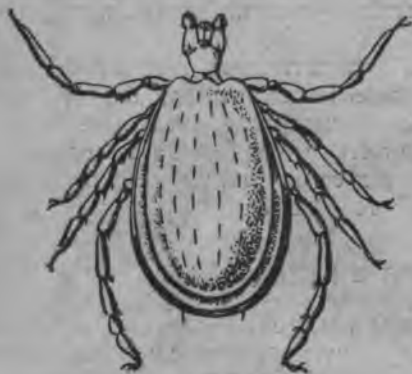
По моему совету проведены опыты с клещами (рис. 26). Брали стеклянные чашки с крышками (диаметр 9,5 сантиметра, объем 60 кубических сантиметров). Растительная каша приготавливалась растиранием соответствующих частей растения в фарфоровой ступке. Каша помещалась в чашку, туда же вносилось по 100 экземпляров клещей при каждом опыте. Клещи и их личинки, очень стойкие ко многим ядам, оказались весьма нежными в отношении летучих фитонцидов черемухи, лавровишни. 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.

И. Г. Распопов обратил внимание на то, что в различных дубовых рощах встречается различное количество клещей. При специальном тщательном сборе

клещей пропашником на стометровом отрезке было обнаружено до 150—180 взрослых клещей. Такое количество клещей обнаружено в дубовой роще с обильным подросом липы и в дубняке с преобладанием в травянистом покрове злаков и осок.

А недалеко, в дубняках же, но с преобладанием среди трав пиретрума, чабреца и шалфея, почти не обнаружено клещей.

Ие были обнаружены клещи и при сборе пропашником на плантациях лаванды, хотя на ближайших участках дикой растительности (грабник, кустарниковый дуб и др.) клещи наблюдались в значительном количестве.



И. Г. Распопов сделал смелое предположение: не зависит ли это от фитонцидов различных растений?

Он помещал в стеклянную посуду клещей и затем вводил туда же только что сорванные листья лаванды, липы,

Рис. 26. Иксодовый клещ — переносчик энцефалита.

пиретрума, чабреца, шалфея, злаков и осок. Что же дал такой опыт?

В посуде с листьями липы, злаков и осок поведение клещей не отличалось от поведения клещей, находившихся в такой же посуде, но без растений. В посуде же с листьями лаванды, пиретрума, чабреца и шалфея клещи через несколько часов погибали. Нет сомнений в том, что в природе, в разных растительных сообществах, клещам, в том числе и вредным для человека, живется по-разному. Некоторые фитонциды являются отпугивающими клещей веществами.

Т. А. Товстолес доказала, что фитонциды некоторых растений очень токсичны для паутинного клещика — вредителя более чем ста видов технических, овощных, цветочных и декоративных растений. Паутинный клещик живет и размножается на нижней стороне листьев

под сотканной им паутиной (рис. 27). Клещик прокалывает эпидермис листьев и высасывает тканевый сок. В результате наступает ослабление растений, уменьшается урожай.

Весной, с наступлением теплой погоды, самка откладывает на листьях очень мелкие, напоминающие капельки воды, яйца. Сам клещик очень маленький, красного цвета. Самка — меньше полумиллиметра, а самец и того меньше — четверть миллиметра; хорошо рассмотреть клещика можно только в лупу.

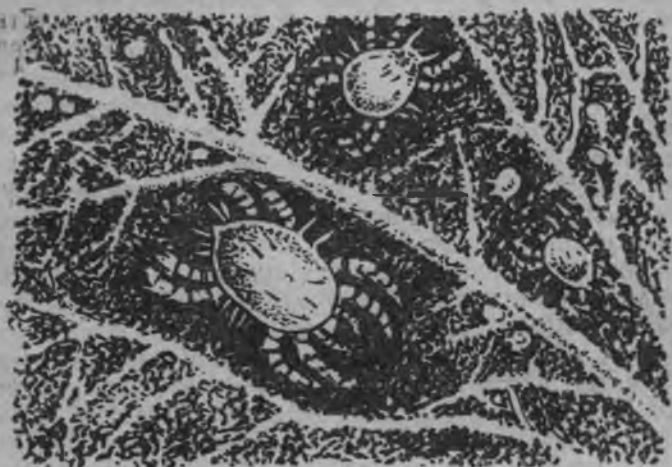


Рис. 27. Паутиный клещик на листьях огурца.

Бороться с этим клещиком нелегко: он очень быстро размножается, серьезной защитой ему служит паутина; сам он и его яйца довольно устойчивы к ядам.

Т. А. Товстолес решила использовать фитонциды. Это было очень смелое решение. Достаточно напомнить, что паутинный клещик, так сказать, не брезгует разнообразной растительной пищей, он приспособлен более чем к ста разнообразным растениям, ему не страшны фитонциды этих видов растений.

И все же Т. А. Товстолес удалось найти несколько растений, фитонциды которых убивают паутинного клещика. Водный настой наружных сухих листьев луковичи лука (20 граммов чешуи на 1 литр воды) при

трехкратном опрыскивании с промежутками в 5 дней снижает количество паутиного клещика на растениях на 95 процентов.

Исследование Т. А. Товстолес дает возможность поисков простых, дешевых и надежных способов борьбы с этим мелким по размерам, но опасным вредителем.

Паутиный клещик, несмотря на многостороннюю борьбу с ним в нашей и в других странах, отнюдь не смирился. В ответ на все более совершенную химическую борьбу с паутиными клещиками появляются клещи, устойчивые к химическим препаратам, которые носят название акарициды. Вот почему несмотря на большой ассортимент препаратов, придуманных для убийства клещей, задача поисков новых и новых веществ не только не снята с повестки дня, но становится все более важной, в особенности если учесть, что приходится ведь думать не только о том, чтобы убить паутиного клещика, но и о том, чтобы отравляющие его вещества были безвредны для растений, для полезных нам животных и для самого человека.

Практики обратят, конечно, внимание на открытие молодого ученого из Индии Камальнаина Сингх Габра, который в 1968—1971 годах испытал более 40 препаратов в отношении паутиного клещика. Кормовым растением в опытах служила фасоль. Особенно интересными оказались два фитонцидных вещества. Ксантин в найденных полезных для практики концентрациях губительно действует на клещика на разных стадиях его развития. Особенно чувствительны взрослые особи: погибают 100 процентов самцов и 98 процентов самок. Ксантин в разведении 1 : 100 вызывает гибель яиц. Другое вещество — фузариотоксин не только сильно угнетает нормальное развитие клещей, но и снижает плодовитость самок.

ИНТЕРЕСНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПРАКТИКОВ

Астры нередко болеют фузариозом (болезнью, вызываемой грибами). Нельзя ли использовать фитонциды других растений для помощи астрам?

Т. А. Товстолес ставила опыты на делянках размером 6 квадратных метров. В середине опытной делянки высаживались астры — по 16 растений. По краям делянки со всех сторон высаживались в разных опытах хризантемы, гвоздики, табак, ноготки, флоксы, конопля,

петунии и другие растения. Некоторые из этих соседей по делянке, особенно петунии и конопля, оказались очень хорошими помощниками астр: лишь ничтожный процент астр, живших в окружении петуний или конопли, погиб от фузариоза (от 9 до 15 процентов); между тем исследовательница сознательно взяла для опытов наиболее поражаемый сорт астр: они погибали на контрольном участке без добавочного обслуживания их фитонцидами других растений-соседей более чем наполовину.

Практики сельского хозяйства, не зная ничего о фитонцидах, давно пытались комбинированной посадкой растений помочь им в борьбе с вредителями.

Для защиты капусты и бахчевых от вредителей пытались грядки обсаживать базиликом, лесной мятой и другими растениями.

Для защиты растений от вредных насе-



Рис. 28. Один из видов тлей — капустная тля:

А — бескрылая самка; Б — крылатая самка.

комых (рис. 28) и других организмов достаточно отпугивающего действия летучих фитонцидов. Есть основания для успешных поисков и в этом направлении.

Ученые ставили такие опыты в полевых и лабораторных условиях. Базилик, лесную мяту и полынь (чернобыльник) заражали хлопковой тлей, акациевой тлей и паутинным клещиком. На каждое растение сажалось по 100 особей вредителей. Контрольным растением являлся хлопок, на который также сажались вредители. Через четыре часа на базилике, мяте и полыни осталось всего 7 процентов посаженных вредителей, остальных отпугнули фитонциды; к тому же небольшая часть их погибла. На хлопке все вредители оказались живы, ушедших вредителей — около 30 процентов, а оставшихся — более 70 процентов.

Садовод Е. М. Пирожков, по-видимому совершенно не зная об открытии фитонцидов, провел самостоятельную 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) помидоры, во второй же части приусадебного участка помидоров не высаживал. Никаких опрыскиваний против вредителей крыжовника садовод не производил. Пирожков утверждает, что участок, на котором были высажены помидоры, был чист от вредителя крыжовника — пилильщика и почти не был поражен огневкой; в то же время на участке без помидоров 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 помидоров на насекомых — вредителей крыжовника.

Ветеринарный врач С. Гуран², воспользовавшись старинным народным средством — инсектицидным свойством черемухи, — поставил следующие опыты. Он наделал на шею завшивевшим животным (крупный рогатый скот и в некоторых опытах козы) ошейники из распаренных ветвей черемухи, сменяя их 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 градусов. 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. Интересны в этом отношении фитонциды растений, именуемых ломоносами, над которыми много потрудился И. Ф. Рудаков. Они не только бактерицидны и убивают грибки, но и обладают сильным действием против разного вида тлей, платяных вшей, их яиц, а также яиц

¹ «Сад и огород», 1950, № 5.

² «Ветеринария», 1950, № 7.

клопов. «Наиболее ядовитым оказался клематис фляммула, фитонциды которого убивают многих весьма стойких насекомых в течение получаса-двух часов, а также белых и серых мышей через один-два часа»¹.

Сельские хозяева давно наблюдали странное явление: если рядом с картофелем растет конопля, то, как правило, фитофтора не поражает картофель. Отметили также, что поражение астр фузариозом в значительной степени снижается при обсаживании грядок коноплей.

С незапамятных времен коноплю использовали для борьбы с насекомыми. Ее высевали вокруг свекловичных плантаций для защиты от земляных блох. В целях борьбы с гороховой тлей в посевной горох добавляли коноплю. Утверждают, что в амбарах, где сушится конопля, не заводится долгоносик. Посев конопли и даже внесение в почву конопляной соломы способствует очищению почвы от личинок майского жука. Все это заставило киевского ученого К. И. Бельтюкову внимательно изучить фитонцидные свойства конопли, и многие из приведенных фактов, казавшихся таинственными, уже получают удовлетворительное разъяснение.

Бельтюкова своими опытами умножила факты влияния конопли на другие растения при совместной посадке их. При совместном выращивании с коноплей фасоль не поражается бурой пятнистостью. В этом полевом опыте фасоль была посеяна между рядами конопли. Попытались искусственно заражать листья фасоли, растущей среди конопли, болезнетворными микробами ксантомонас фазеоли, но они делаются невосприимчивыми к болезни, между тем те же микробы с гарантией вызывают болезнь, если заражать ими листья фасоли, растущей без конопли.

Установлена высокая противомикробная активность фитонцидов конопли в отношении многих бактерий — виновников болезней растений. Получены и фитонцидные препараты из конопли, которые даже при разведении их в 100 тысяч раз еще задерживают развитие различных почвенных бактерий, а также и таких микробов, как туберкулезная палочка.

Для борьбы с насекомыми используют и чеснок. Как будто достаточно для борьбы с амбарным долго-

¹ Рудаков И. Ф. Фитонциды ломоноса. — Ученые записки Орловского государственного педагогического института, т. X, вып. 3, 1956.

носи́ком класть 200 граммов чеснока в 1 центнер зерна, или намачивать семена в чесночной настойке, или кропить стены и мыть полы в зернохранилищах отваром трав с несколькими головками чеснока. От опасного вредителя — озимой совки — озимые посевы предохраняли в некоторых местах России также чесноком, прибавляя его к посевным семенам, а в других местах предохраняли семенное зерно в овинах тем, что обрабатывали его дымом от дров, к которым прибавляли сучья черемухи. С незапамятных времен используются и разные другие растения. Может быть, многие из этих народных средств и малоосновательны, но настойчивое использование растений несомненно связано с их фитонцидными свойствами.

О ТЛЯХ, МУХАХ И О ПЧЕЛЕ

Ученые опытным путем убедились в том, что мощным средством против гороховой тли являются фитонциды из растений софоры (софора пахикарпа). В небольших дозах экстракты из цветов далматской ромашки, корней девясила и цветочных почек гвоздики вызывают гибель 100 процентов комнатных мух (если мельчайшая капля препарата оказывается на среднеспинке насекомого).

Большой интерес представляют некоторые глюкозиды — вещества, состоящие из сахаристой и несакхаристой (агликона) частей. Они содержатся в тканях растений, и многие из них, вероятно, входят в состав фитонцидов. Некоторые из них сильно ядовиты для грызунов, чем издавна пользовались в борьбе против мышей и крыс. Особенно активен экстракт из луковиц морского лука. Смоченный этим экстрактом и скормленный грызунам хлеб вызывает паралич задних конечностей их.

Когда наука добудет больше материалов об инсектицидных свойствах фитонцидов, будет дано обобщение и новых фактов. Пока же можно ограничиться предположениями. Без них паука 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 микроорганизмов, но и среди многокле-

точных 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 связанными 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 южным видом сосны, так называемой приморской сосной; другой вид шелкопряда, очень близкий к названному — среднеазиатский походный шелкопряд, — питается обыкновенной сосной. 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. Этим вопросом давно заинтересовались ученые.

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. Если на местах выборочных рубок или у стен леса, имеющие ослабленную корневую систему из-за раскачивания ветром, поражаются короедом-типографом и гравером, в одно лето губящими дерево. На отмирающих, физиологически недействительных елях появляются другие виды короедов — фиолетовый лубоед и короед пожарищ. На недавно отмерших елях развиваются короеды-древесинники; на старом сухостое

короеды вовсе не поселяются, а древесину этих видов могут использовать некоторые семейства жуков¹.

Конечно, никто и не думает объяснять все эти явления исключительно фитонцидами, но известное 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. Эта увлекательная проблема когда-либо привлечет внимание энтузиастов ученых, и, наверное, будут обнаружены факты огромного практического значения. Известный ученый в области ветеринарии и иммунитета профессор В. И. Полтев со своими сотрудниками не раз задумывался над вопросами приспособления насекомых к фитонцидам и над вопросами приспособления к фитонцидам тех микроорганизмов, которые вызывают болезни у насекомых. В. И. Полтев и Г. Л. Пещерский провели лабораторные и полевые опыты с бактериями, болезнетворными для насекомых, — с бациллюс дендролимус, цереус, с бактерией продигиозум.

Производился посев бактерий на питательный агар в чашках Петри. Затем чашки перевертывали и на крышки (значит, теперь на «дно») помещали по 2—3 грамма мелко нарезанной хвои ели, а в других опытах хвои кедра, пихты или листья лиственных — яблони, малины или тимьяна. Одновременно для сравнения засевали и контрольные чашки, которые находились без воздействия летучих фитонцидов. Что же оказалось?

Число колоний дендролимус под влиянием фитонцидов хвойных мало снижается, самое большее на 33 процента по сравнению с контролем, а иногда всего на 6 процентов. Но под влиянием лиственных растений число колоний снижается на 42—83 процента. Прямо противоположный результат наблюдается на бациллюс цереус: фитонциды хвойных сильно тормозят жизнь этого микроорганизма, число колоний снижается от 52 до 90 процентов. А под влиянием фитонцидов лиственных число колоний незначительно уменьшается или даже увеличивается.

¹ См. кн.: «Лесная энтомология». Под ред. М. Н. Римского-Корсакова. Л., 1938.

Не менее интересны полевые опыты, проведенные в естественных условиях. Для этого перевернутые чашки Петри с агаром, на котором были посеяны те же микроорганизмы, подвешивали в стерильной марле в кронах деревьев в лиственничном лесу и яблоневом саду на уровне 1,5 метра от земли. Опыты проводились в облачные дни при высокой влажности воздуха, а потому питательный агар не подсыхал.

Контрольные чашки помещали в тени, в местах, где никакой растительности не было. Что же оказалось в разной обстановке с микроорганизмами, болезнетворными для насекомых? Фитонциды лиственницы не оказали влияния на дендролимус, а цереус и продигиозум погибали до 87 процентов. Фитонциды яблони угнетают рост цереус на 75 процентов. Особенно интересно то, что летучие фитонциды яблони действуют гораздо сильнее в таком опыте в естественных условиях, чем в лабораторных экспериментах с мелко нарезанными листьями яблони.

Какой же общий вывод можно сделать? Одни микроорганизмы приспособились к фитонцидам хвойных, а другие — к фитонцидам лиственных, третьи — и к тем и к другим.

Мы нарочито с большими подробностями остановились на наблюдениях В. И. Полтева и Г. Л. Пещерского. На первый взгляд, они не имеют непосредственного практического значения, однако сколько мыслей должно возникнуть у читателя и у исследователей, заинтересованных в микробиологической борьбе с теми или иными насекомыми в разных экологических условиях. Подумаем об адаптациях к фитонцидам на примере некоторых растений. Вспомним черемуху, в тканях которой, несомненно, имеются такие яды, как синильная кислота, пять сотых грамма которой смертельны для человека. Фитонциды черемухи убивают многих бактерий, 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.

Ученых давно занимал загадочный вопрос, почему черемуховая тля живет, как и большинство тлей, не на одном хозяине, а принуждена к лету менять своего основного хозяина и устраниваться временно «на даче», на промежуточных хозяевах. Кажется совершенно ясным, что в таких вынужденных путешествиях тлей главную роль играет питание. Наверное, в течение весны, лета и осени питание, которое черемуховая тля может получать от черемухи, как-то меняется. Иначе зачем же тлям переселяться с черемухи на овес?

Один ученый, желая убедиться в важности именно питания как причины миграции тлей, проделал специальные опыты, но, увы, разочаровался в своих предположениях. Опыт был простой и ясный. Под стеклянный колпак был положен пучок овса с большим количеством тлей, перелетевших с черемухи. Экспериментатор положил рядом летние побеги черемухи, в которых было заведомо много питательных веществ. «Не перейдут ли тли с овса на черемуху?» — спросил себя исследователь. Ведь положено рядом обычное для черемуховых тлей очень лакомое блюдо — черемуховой пищи сколько угодно.

Но предположения ученого не оправдались: тли не перешли на черемуху, а расползлись. Летние побеги черемухи оказали даже какое-то вредное действие. Поведение тлей в опыте и их закономерные, каждый год повторяющиеся путешествия, вероятно, объясняются прежде всего фитонцидными свойствами черемухи.

В течение развития растений и их органов, например листьев, продуцируются разного качества и количества фитонциды. Очень может быть, что в ходе эволюции выработались такие взаимные отношения паразитов — тлей и их хозяев — растений, что в июле и августе фитонциды листьев черемухи чем-либо очень существенным отличаются от фитонцидов других периодов развития. А может оказаться и так, что организм тлей в это время имеет такие особенности, что обычно неядовитые для них фитонциды черемухи теперь отпугивают тлей.

Как видим, казалось бы, простой вопрос о миграции тлей оказывается очень сложным и не разрешенным досих пор.

Много еще загадочного в жизни тлей — паразитов растений. Это очень мелкие насекомые — около миллиметра и менее. Самые большие достигают 5—6 милли-

метров. Известно очень много видов тлей, живущих на различных частях и органах деревьев, кустарников и трав. Они особым сосательным аппаратом высасывают из растений пищу.

Легко обнаружить поздней осеью и в течение всей зимы на ветках черемухи блестящие черные точки — яйца черемуховой тли. Они великолепно выдерживают холода, а весной, при распускании листовых почек, быстро развиваются. Молодые тли, вышедшие из яиц, тот-



Рис. 29. «Путешествия» черемуховой тли в течение года: зимой яйца тлей находятся на зимующих почках черемухи; весной тли живут на листьях черемухи; летом тли живут на овсе; осенью они снова перелетают на черемуху.

час начинают сосать тканевые соки разворачивающихся листочков черемухи. В этом уже заключается загадка для специалистов по фитонцидам. Мы хорошо знаем, сколь ужасны фитонциды черемухи для мух, слепней, мошек и многих других насекомых. Наиболее мощные фитонциды выделяются ранеными почками черемухи и листьями.

А для молодых тлей развернувшиеся листочки являются великолепной едой! В течение мая и большей части июня тлям очень хорошо живется на нижней поверхности листьев черемухи: можно видеть десятки зеленовато-серых тлей, сосущих один и тот же лист (рис. 29).

Кончается июнь. Все крылатые самки тлей покидают черемуху и поселяются временно на злаках, на овсе.

Паразитируя на овсе, крылатые самки рожают бескрылых, от которых, в свою очередь, в конце августа происходят крылатые самки. Осенью, в сентябре, они покидают свое временное местожительство на злаках и перелетают в свой основной «дом» — на черемуху. Здесь от них происходят очень мелкие бескрылые самцы и самки. Самки откладывают на веточки яйца. Так завершается их годовая жизнь, а начиная с весны она снова повторяется.

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.

Орехотворки — мелкие летающие насекомые. Самка орехотворки делает при помощи яйцеклада укол на листе и откладывает в ранку яйцо. Яйцо начинает развиваться, а рядом лежащие клетки и ткани листа начинают образовывать «орешек», или галл (рис. 30). Вскоре из яйца вылупляется личинка и начинает работать своими челюстями. Все личиночное развитие проходит в галле. Выходит, что начиная с момента откладывания яйца, а затем и личинка во все время своего развития находятся в самом тесном соседстве с растительными тканями и их фитонцидами.

Значит, ткани листьев дуба недовиты для личинок орехотворки. Между тем хорошо известно, что летучие фитонциды 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 крестоцветных растений, 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 раздражающими свойствами и являющийся действующим веществом горчичника. Гусеницы бабочки-белянки питаются крестоцветными и их глюкозидами.

Ставили опыты с этими гусеницами. Предлагали им другие растения, которые они обычно не едят. Как и



Рис. 30. Дубовая орехотворка: слева — самка орехотворки; на листьях видны два галла; наверху — галл.

следовало ожидать, растения эти, не входящие в природное меню белянок, отвергались, не использовались в пищу. Если же смазывали эти растения или крахмал, или даже бумагу соком крестоцветных, гусеницы начинали их есть.

Ивы, тополи, розоцветные содержат амигдалин — вещество, которое при распаде выделяет страшный яд — синильную кислоту. Этими растениями питается ряд организмов, питаются ими и личинки насекомых пилильщиков. Личинки могут есть и другие растения, если к ним прибавить вещества, могущие 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, насекомые 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 исследователь сделает соответствующую операцию на листе черемухи, приготовит «раневой карман» и пересадит 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 нубилалис) 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 являются лишь небольшой частью 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, лавровишни? Почему другие животные так стойки к тем же фитонцидам?

А. Г. Филатова, одна из первых исследовательниц фитонцидов, вместе с кинооператором В. Д. Быстровым сняла фильм «Смерть комнатной мухи под влиянием фитонцидов листьев черемухи». Был сделан специальный стеклянный ящикек 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 помещали растительный материал — источник летучих фитонцидов, в сосуд же впускали 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 быстрее или медленнее.

На рис. 31 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 киносъемку, 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 мух, 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

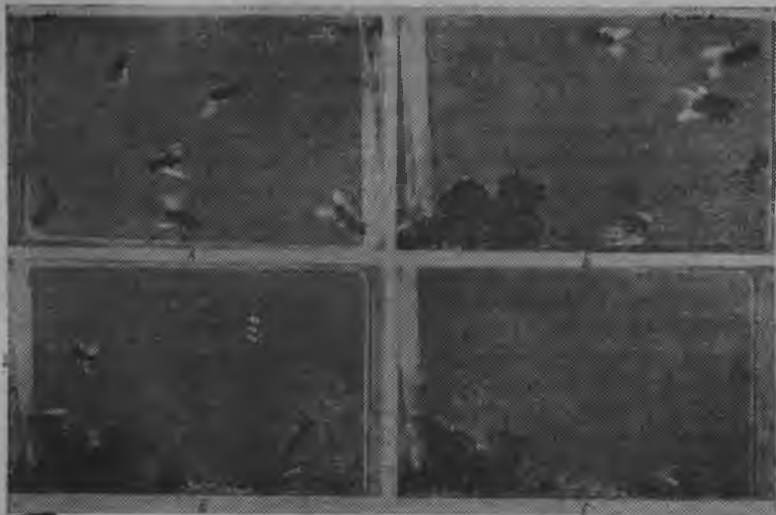


Рис. 31. Смерть мух под влиянием летучих фитонцидов листьев черемухи (фотоснимки с кинофильма):

А — мухи в стеклянном ящике до внесения источника фитонцидов (правая стенка вместе с наддоной стеклянной пластинкой может выдвигаться из ящика); *Б* — через 2 секунды после внесения в ящик 0,1 грамма листьев черемухи: одна муха упала на листья черемухи; *В* — через 39 секунд: все мухи упали на дно; *Г* — через 46 секунд: полная остановка движения мух — смерть.

суетятся, мечутся, летают гораздо быстрее, чем в нормальном состоянии. Быстрота действия фитонцидов поражает. Она тем более удивительна, что ящичек устроен довольно грубо и между выдвигной 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 отправления, функции, изменяются 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 предсмерт-

ными 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.

И без экспериментов, в условиях природы можно встретиться с подобными явлениями. Пчеловоды Новой Зеландии обнаружили, что взрослые пчелы при посещении цветков софоры под влиянием летучих веществ этого растения могут впасть в состояние наркоза и даже погибнуть. Ученые предполагают, что виновником этой трагедии для пчел оказывается алкалоид пахикарпин. Из-за такого вредного влияния веществ цветка софоры пчеловоды, не имея противоядий против пахикарпина, считают главным способом борьбы со злом вывозку пасек из опасной местности.

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ И ФИТОНЦИДЫ. О ЯДОВИТЫХ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА РАСТЕНИЯХ

Эволюция — это естественноисторический процесс развития; 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 «придаться» 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 у 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 живых существ, от вредных химических влияний, от 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 меньшее защитное значение имеют и колючки на их стеблях. Недаром одно древесное растение, живущее на Дальнем Востоке, имеющее страшные колючки, называют научно аралией маньчжурской, а в обиходе — чертовым деревом.

В этой связи большой интерес представляет ядовитость многих растений для человека и травоядных животных. Яды растений столь разнообразны и 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, доступные 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 привлечь внимание врачей и ветеринаров.



Рис. 32. Анчар.

Для всех очевидна непосредственная связь этих вопросов с явлением фитонцидов. Одна проблема явно перерастает в другую.

Козо-Полянский, интересуясь этими вопросами, очень кстати вспомнил стихотворение А. С. Пушкина «Анчар», в котором поэт говорит о «древе яда», об анчаре — красивом дереве из семейства тутовых, живущем на островах Малайского архипелага (рис. 32).

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.

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

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

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

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

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 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 «дерево яда»), в XVIII столетии писали, будто оно столь ядовито, что кругом него на много километров нет других растений, что вокруг анчара нет ни рыб, ни мышей, ни паразитов.

Есть ли доля правды в этих сказках? 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, повышаться температура и т. д.

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

шения к ядам. На самом же деле при определенных условиях они могут отравляюще действовать на клетки и ткани животных и человека. Вспомним семена белой и черной горчицы, из которых готовится обыкновенная столовая горчица. Вспомним действие горчичников. Можно ли излишне долго держать горчицу на теле человека? А ведь горчица — растение съедобное! Кстати, действие горчичников 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 (рис. 33). Это краси-



Рис. 33. Сумах ядовитый.

вый кустарник высотой до полуметра. Его часто разводят в парках. В соках 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, которая может закончиться и смертельным исходом.

Невольно вспоминаются опыты по влиянию фитонцидов сумаха на инфузорий. 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, происшедший в Ботаническом саду Воронежского университета:

«Одна сотрудница, здоровая женщина 38 лет, производила работу по уходу за растениями поблизости от нескольких групп нашего «дерева яда» (сумаха). Это было в середине 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».

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

На Антильских островах и в тропической Америке растет дерево марцинелла. Летучие вещества его опасны для человека. Достаточно постоять некоторое время около дерева, как наступает тяжелое отравление.

К числу растений, могущих действовать на расстоянии, относится и ясенец, иначе называемый неопалимой купинной.

Некоторые виды этого растения — кавказские и тьяншаньские — особенно привлекают к себе внимание. Сообщают, что ожог кожи появляется не только тогда, когда держат это растение в руках, но иногда у людей ожог появляется, если они подходят к растению на расстоянии 1—2 метра!

Любитель природы А. Дискин — житель г. Луги — оказался в Казахстане, на южных склонах Тарабагатая. Вот что он сообщил: «Идя вдоль северного склона одной довольно крутой долины, параллельной хребту, я пронес руку на расстоянии около метра от еще неизвестного мне, довольно высокого цветущего растения, которое, как я узнал позже, оказалось неопалимой купиной. Через некоторое время появился ожог на коже тыльной стороны кисти и пальцев в виде длинных узких полос. Сначала появилось покраснение и зуд. Покраснение сменилось коричневой темной окраской обожженных мест, появились пузыри, и врач сказал: ожог второй степени. Произошло это на солнечном пригреве рано утром при еще обильной росе, а днем и вечером мои сотрудницы спокойно рвали цветы неопалимой купины без какого-либо ущерба для себя».

В водоемах живут так называемые сине-зеленые водоросли. Сине-зеленые водоросли — далеко не безобидные растения, и им пора уделить в науке большее внимание. Мы уже писали о них.

Это очень просто устроенные растения, имеющие вид длинных нитей. Они убивают на расстоянии бактерий, но оказываются сильно ядовитыми и для многих животных.

В Южной Африке в 1927 и последующих годах многие тысячи голов рогатого скота погибли от отравления фитонцидами сильно размножившихся в водоемах сине-зеленых водорослей. Если животное съест много этих водорослей, оно погибает в жестоких мучениях, будто ему дали страшный яд стрихнин. Смерть у овец может наступить через 6—8 часов, у лошадей — через 8—24 часа, а у свиней — через 3—4 часа.

Некоторые растения прозвали мышегонами и крысогонами. О них пишет в уже упоминавшейся нами статье Козо-Полянский. Вот растение чернокорень (рис. 34). Его называют по-разному: собачий корень, мышинный дух, кошачье мыло и др. Название «мышинный дух» не случайное: это растение пахнет мышами.

Некоторые утверждают, что крысы немедленно покидают те места, где положен чернокорень. Выходит, что это растение действительно крысогон! Зеленник, или травянистая бузина, является также хорошим крысо- и мышегоном (рис. 35). Любопытно, что крысы и мыши, как показывает опыт, изгоняются из хлебных складов,

если использовать свежий зеленик, а не высохшую траву.

Бузина издавна использовалась в народе. С целью защиты от мышей скирды нереслаивались бузиной, обсаживались ею гумна и амбары. Для защиты от мышей плодовых деревьев садовники обвязывали их стебли бузиной.

Многие знают голубику (рис. 36). Это растение называют иногда пьяникой, дурником, болиголовом. Названия эти нелестные.

Еще в старых, для своего времени прекрасных, по-



Рис. 34. Чернокорень.



Рис. 35. Травянистая бузина, или зеленик.

пулярных книгах о природе Д. Кайгородова можно прочесть очень интересные новостования 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 (рис. 37).

Багульник — низенький вечнозеленый кустарничек, с белыми красивыми цветочками зонтиком. Листья и цветы багульника издают приятный запах, напоминающий розмарин. В большом количестве летучие вещества листьев и цветов этого растения действуют одуряюще. Думают, что при собирании голубики невольно приходится вдыхать эти летучие вещества ее соседа — багульника. У людей, особенно чувствительных к ядовитым испарениям, кружится голова, происходит «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 порос-



Рис. 37. Багульник.



Рис. 36. Голубика.

шим голубикой и багульником. Моя охотничья собака (молодой сеттер), 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, после крепкого сна,

собака стала совершенно свежей и веселой, 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 немного обелить опороченный багульник. Выясняется, что багульник обладает интересными фитоцидными 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, строго проверены наукой, а потому и нельзя на основании их делать прямые выводы для практики. Может быть, имеются и некоторые преувеличения ядовитости тех или иных растений.

Остановимся на сказанном и совсем не будем излагать имеющиеся в литературе, хотя и многочисленные, но недостаточно проверенные сообщения о случаях одурманивания, отравления людей цветами.

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

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 отправлениях.

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

Через 40 минут пребывания в сосуде у крысы наблюдалось 137 вдохований. Это, как говорят, в пределах нормы. Через 1 час 15 минут отмечено 103 вдохания в минуту, через 2 часа — 92, через 3 часа — 93 и, наконец, через 4 часа 5 минут — всего 59 вдохований в минуту, в два раза медленнее, чем в норме, и все же смерти крысы в этом случае не наступила.

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

Доктор Филатова помещала 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, лавровишни, березы, дуба, тополя, игл пихты.

Крыса при этом не соприкасается с растительной кашицей, — кашлица 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, причем 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 их 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 вскоре снова 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 бактерий, 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, наживают болезнь вроде крапивницы.

Так же и с чесноком и луком. Из опытов Филатовой никак нельзя сделать 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 их 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.

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 опытах с чесноком и луком, от летучих фитонцидов хрена у крыс наблюдается раздражение тканей, выстилающих полость рта, раздражение глаз, 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 такое количество медного купороса, которое способно убить быка.

Летучие фитонциды лука в огромных количествах оказываются безвредными для крысы, а в значительно меньших количествах убивают в тех же условиях опытов лягушек, червей, моллюсков и других животных. Лук и чеснок обладают изумительно мощными бактерицидными свойствами, для протоплазмы бактерий и грибов 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, спреи рябинолистной, рябины обыкновенной, лимонного, апельсинового и мапдаринового деревьев, листья дуба, клена обыкновенного, иглы пихты.

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

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



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 лавровишней. 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 лавровишни и высажены в оранжерейных условиях. На второй год их высадили в грунт, утеплив на зиму. В грунте они пробыли до осени 1948 года, а потом их пересадили в горшки и доставили 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 лавровишни 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 лавровишни. Сосуд прежний — емкостью 2500 кубических сантиметров.

Опишем подробно поведение крысы в атмосфере летучих веществ листьев лавровишни. 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. Миновала еще одна минута, крыса беспомощно падает. К этому времени сначала задние, а затем и передние лапки вступают в 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 1—2 минуты прекращается и деятельность сердца. Крыса погибает (рис. 38).

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 лавровишни.

Опыт обставляется так, что крыса не может съесть даже крупицу растительного материала. Впрочем, если крысу, находящуюся в сосуде, и не отделять перегородкой (с отверстиями) от лавровишневой 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 проникновении их через легкие в кровь животного и сильном токсическом действии на нервную систему.

Лавровишня — вечнозеленое дерево. На одном и том же дереве имеются листья молодые и сохраняются листья годовичного возраста и даже более старые. Незабразлично, 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,



Рис. 38. Опыты по влиянию летучих фитонцидов на организм крысы.

что и в природной обстановке крысы и родственные им организмы умирают на расстоянии от лавровишневых деревьев? Означает ли это, что лавровишневые деревья вредно иметь в комнатах? Нет, это совершенно неосновательные 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 на 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 лавровишни, для организма млекопитающих и для человека. Наука этот вопрос еще не выяснила. Может быть, ничтожнейшие 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, например пирамидон и хиинин. Вопрос решает количество лекарства. Кто же не знает, что медицина пользуется 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 лавровишневого 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, прибавляет ли в весе; подсчитывали дыхание; следили за поведением крысы. Ничего интересного, отличающего эту крысу от контрольных, мы не заметили.

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

Возьмем теперь черемуху обыкновенную. Кто не любовался весенней цветущей черемухой? В 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 видов 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 многоклеточных 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 черемухи крыса. Опыты поставим так же, как и опыты с лавровишней. Мы увидим, что летучие фитонциды черемухи менее ядовиты для крыс, чем фитонциды лавровишни, но все же они не безразличны для нее, и это гигантское по сравнению с черемуховой тлей 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 1,5 часа, а были случаи 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 организмов — клещей, мух и т. п., приходится скорее удивляться не ядовитости черемухи для крыс, а слабой токсичности ее фитонцидов в отношении их. Такое рассуждение тем более основательно, что в листьях черемухи содержатся вещества (или могут образоваться при ранении листьев, при соприкосновении с воздухом), являющиеся ядом, от которого погибает протоплазма клеток большинства ор-

ганизмов. 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 разворачивания из них листочков. Раздавим 2 грамма почек, положим их, как и в опытах с листьями, на дно сосуда. Поместим в сосуд емкостью 2500 кубических сантиметров крысу. Через 20 минут летучие фитонциды почек черемухи убьют крысу!

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

Самое простое и кажущееся самым доказательным — предположить здесь действие синильной кислоты. Синильная кислота в тканях некоторых растений может отщепляться от других соединений и оставаться в свободном состоянии. Но многие опыты и наблюдения заставляют думать, что летучие фитонциды лавровишни 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 лавровишни. 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 лавровишни положим кашичку из чеснока. Поместим теперь сюда крысу. Она останется живой в течение получаса и даже более. Летучие вещества чеснока ослабили действие ядовитых летучих веществ лавровишни. Почему?

На этот вопрос у нас еще нет ответа. Перед нами возникает вопрос: многие ли растения столь же токсичны для млекопитающих, как черемуха или лавровишня? Нет, растений со столь мощными свойствами летучих фитонцидов, по-видимому, немного.

Гораздо более изучены ядовитые свойства многих растений на домашних и сельскохозяйственных животных. 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 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, разворошенного 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 Ч. Дарвина и И. П. Павлова.

В различных лесах — дубовой и березовой рощах, в сосновом бору — на растениях, на поверхности земли, в глубине почвы, в воздухе живут разные микроорганизмы. Оказывают ли влияние летучие фитонциды, выделяющиеся миллионами и миллиардами листьев деревьев и трав, на состав микробов в воздухе?

По-видимому, оказывают, и очень большое. Вместе с микробиологом Т. Д. Янович и биологом А. В. Коваленок мы сделали научную разведку по этому вопросу.

Летом в ясные дни, в полдень, мы изучали, какое количество различных микробов — бактерий и плесеней — находилось в одном кубическом метре воздуха в сосновом бору, в молодой сосновой поросли, в кедровом лесу, в березовой роще, в зарослях черемухи, в смешанном лесу, над лесным лугом и над кочкарным болотом.

Мы изучали микробов неболезнетворных для человека. И везде оказалось разное количество микробов. В воздухе березового леса их оказалось в 10 раз больше, чем в сосновом бору.

Независимо от расположения населенных пунктов в воздухе кедровых лесов и соснового бора, особенно молодого, почти нет микробов, он стерильный.

Очень важно для медицины узнать точнее состав микроорганизмов в разного типа лесах, степях, лугах, курортных местах.

Еще важнее узнать, как ведут себя болезнетворные для человека микробы в атмосфере разного типа лесов.

Стоит ли пренебрегать фитонцидами, когда мы решаем вопросы озеленения больших городов?

Специалист по озеленению городов П. И. Брянцев исследовал древесные растения и кустарниковые породы лесов и парков окрестностей больших городов. Он доказал, что в условиях природы огромные площади поверхности листьев оказываются ранеными, а с другой стороны — что ткани листьев многих древесных пород (береза бородавчатая, береза пушистая, клен, дуб, лещина, ива и др.) обладают способностью продуцировать летучие фитонциды в огромных количествах и бурно выделять их в окружающую среду в связи с ничтожнейшими ранениями.

Какие декоративные растения полезнее иметь дома, в детском саду? Почему 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.





Даже в отношении интенсивных культур, как виноград, плодовые деревья, допускающих значительные затраты на инсектициды и фунгициды, все же наиболее радикальным путем борьбы с болезнями является введение в культуру иммунных сортов.

И. И. Вавилов

БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ. КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ ФИТОНЦИДЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ?

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 распространённости 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 Дарвина, объявляют фитонциды случай-

ным 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 попытаться, 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 входим в увлекательную область науки. Условимся не осуждать никого за то, что многие вопросы о роли фитонцидов еще далеки до полного разрешения. Нелегкие это вопросы. Перед нашими глазами встает история другой проблемы — о витаминах. Поразительно, что тысячами работ выяснено довольно хорошо значение витаминов для жизни человека и животных, но до сих пор мы еще очень мало знаем о значении витаминов для самих растений. Известны, например, такие интересные факты, что корни растения не могут нормально развиваться без некоторых витаминов, что имеется связь между витаминами и ферментами. Но эти и другие факты до сих пор не получили должного разъяснения и не создана еще теория о роли витаминов в жизни растений. Так будем же снисходительны и к ученым в области фитонцидов. Впрочем, вопросы о роли фитонцидов кажутся более ясными, чем роль витаминов.

ФИТОНЦИДЫ — ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ИММУНИТЕТА РАСТЕНИЙ

Мы познакомились с рядом фактов. Огромное число исследований позволяет объяснить, почему в ходе эволюции у растений появились фитонцидные свойства.

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

Это один из факторов их иммунитета. Слово это означает: освобождение от чего-либо. В данном случае —

освобождение от болезнетворных микробов. Иммуни-тет — это целебные силы самого организма, невосприимчивость его к тем или иным заразным (инфекцион-ным) болезням.

Науки об иммунитете человека, животных и расте-ний начали развиваться со второй половины прошлого столетия. Многие таланты и гении — дети народов раз-ных стран — способствовали развитию этих наук.

Без преувеличения и с большой гордостью за наш народ можно напомнить, что одним из ученых, основав-ших науку об иммунитете, был Илья Ильич Мечников. Сердце Мечникова перестало биться более полустолетия назад (1916 г.), а творчество великого натуралиста не стареет, и кажется, что он и сейчас участвует в той бла-городнейшей деятельности ученых, целью которой яв-ляется здоровье людей, домашних животных и культур-ных растений.

Вместе со своим другом, выдающимся русским уче-ным А. О. Ковалевским, он создал науку о зародышевом развитии, рассматривающую это явление в свете эволю-ции. Он был одним из первых основателей новой на-уки — микробиологии. И. И. Мечников открыл явление фагоцитоза и создал учение о защитных свойствах орга-низма животных. Одноклеточные организмы, вроде аме-бы, могут поглощать бактериальные и грибковые клетки и переваривать их или изменять или выбрасывать из своего тела (рис. 39 и 40).

Это явление оказалось свойственным и клеткам мно-гоклеточных организмов: только по мере усложнения организации животных фагоцитами («пожирателями бактерий») оказываются определенные клетки. Так, у млекопитающих животных и у человека, когда в ткани их тела вносятся бактерии и другие посторонние твер-дые тельца, фагоцитами становятся определенные клет-ки крови — лейкоциты и некоторые клетки соединитель-ной ткани.

Явление фагоцитоза играет огромную роль для орга-низма человека и животных в борьбе с заразными бо-лезнями. Нелегко было Мечникову в то время убедить врачей в пользе для человека лейкоцитов. Думали в то время: как хорошо, что в крови человека мало лейкоци-тов, а то бы они, захватывая микробов, разносили их по всему организму. Эти драгоценнейшие клетки счита-лись до Мечникова «злодеями».

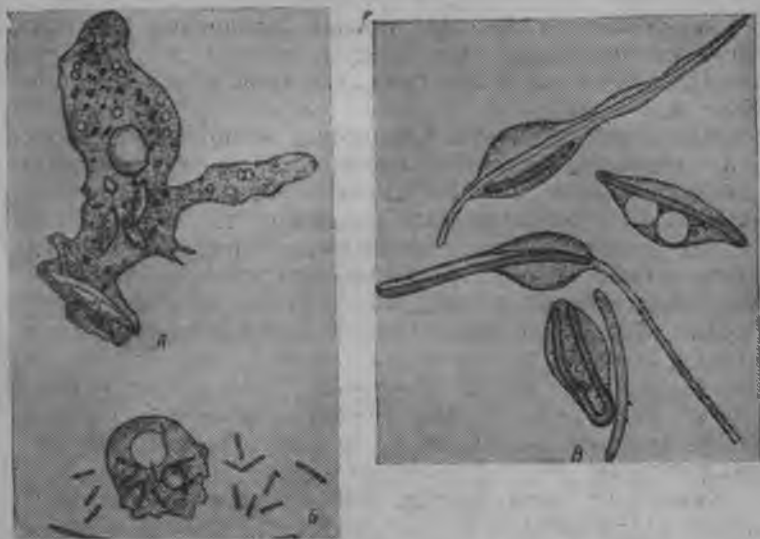


Рис. 39. Борьба фагоцитов с бактериями (фагоцитоз):

А — амеба с заключенными микробами; *Б* — амеба среди бактерий: часть бактерий она фагоцитировала; *В* — лейкоциты с поглощенными микробами.

Тяжелую многолетнюю борьбу пришлось выдержать Мечникову по вопросам воспаления. Мечников доказал, что воспаление является также защитным свойством.

Вонзается в тело животного или человека заноза или внедряется бактерия. Ткани организма как бы стремятся освободиться от чужеродного тела. Из мельчайших сосудов — капилляров выступают лейкоциты. Они фагоцитируют («пожирают») бактерий и другие мельчайшие чужеродные тельца. При этом образуется гной, который состоит в значительной степени из фагоцитов и из умерших клеток. Размножаются лежащие поблизости от занозы клетки тканей, из них образуется уплотненный слой, окружающий занозу, вокруг нее создается капсула. Тем самым организм уже обособляет от здоровых тканей чужеродное внедрившееся тело. Все это и есть воспаление. Видимые картины воспаления известны всем по собственному опыту: покраснение воспаленного участка, припухлость, болезненность, может подняться температура.

Это — благодетельный процесс, защитное явление, один из факторов иммунитета.

Не надо удивляться тому, что врач нередко должен бороться с «излишеством» воспаления, могущего привести человека к смерти. Организмы животных и человека — очень хорошо работающие, но далеко не идеальные машины. Врачу нередко приходится и бороться с не в меру разбушевавшимися силами организма, основанными, однако, на полезных иммунологических свойствах его клеток и тканей. Мечников все это выяснил.

Ребенок переболел скарлатиной. Как правило, у него на всю жизнь вырабатывается невосприимчивость к этой



Рис. 40. Амеба, живущая среди бактерий; часть их поглощена:

a — тело амебы, ее протоплазма; *б* — ядро амебы;
в — вакуоль-пузырек, наполненный жидкостью; *г* — бактерии (рис. Мечникова).

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 вырабатывались эти антитела, называют антигенами.

Это важнейший фактор иммунитета у людей, у млекопитающих и у птиц. Малейшие количества белка — будь то белок бактерии или гриба, попавший в ткани организма (не через рот, а в кровь, под кожу и т. п.), — являются ядом и вызывают образование противоядия — противотел. Пусть это будет даже

0,00000005 грамма чужого белка! Все то, что известно под именем прививок, вакцин и сывороток, основано на научном понимании антигенов и антител.

И другие целебные силы имеют животные.

Таких «животных» свойств у растений нет: у них нет фагоцитарной деятельности клеток, нет явлений воспаления, не образуются антитела. А защищаться растениям от болезней приходится в условиях посадок и в условиях природы.

Болезни у растений возникают от внедрения в их клетки и ткани болезнетворных вирусов, бактерий или грибов. Микробы размножаются, могут выделять они и ядовитые для клеток растений вещества. Нормальная жизнь клеток и тканей нарушается, и растение может погибнуть.

Каждый крестьянин и любитель природы знает, что проявлений болезненных состояний у растений много, так как разные паразиты вызывают разные болезни: гниль, пятнистости, налеты, увядания, омертвения тканей, наросты и другое. Больше всего мешают нормальной жизни высших растений грибы. Немало также и бактерий — возбудителей болезней растений. В большинстве случаев они подвижны и не имеют спор.

Много хлопот доставляют человечеству болезнетворные бактерии, грибы, вирусы, вредные насекомые, клещи и другие организмы. Мировые потери зерна от болезней и вредителей измеряются огромной цифрой — 83 миллиона тонн в год! Фитофтора, болезни увядания, морщинистая мозаика и другие болезни картофеля ежегодно отнимают у людей 5—10 процентов урожая.

В 1884 году в пределах теперешней Молдавии была впервые обнаружена болезнь винограда — милдью. Точно известно, что впоследствии за 71 год (до 1955 года) было таких 27 лет, когда этой болезнью уничтожалась половина урожая европейских сортов винограда.

Есть над чем мучиться и специалистам по болезням растений и по иммунитету растений — фитопатологам и иммунологам!

Научное наследие Мечникова также помогает и в деле борьбы с болезнями растений.

...Но вернемся к фитонцидам. Почему в ходе эволюции растений появились фитонцидные свойства? Фитонциды — важнейший фактор иммунитета растений, невосприимчивости их к заразным заболеваниям.

Это — благодетельный процесс, защитное явление, один из факторов иммунитета.

Не надо удивляться тому, что врач нередко должен бороться с «излишеством» воспаления, могущего привести человека к смерти. Организмы животных и человека — очень хорошо работающие, но далеко не идеальные машины. Врачу нередко приходится и бороться с не в меру разбушевавшимися силами организма, основанными, однако, на полезных иммунологических свойствах его клеток и тканей. Мечников все это выяснил.

Ребенок переболел скарлатиной. Как правило, у него на всю жизнь вырабатывается невосприимчивость к этой



Рис. 40. Амеба, живущая среди бактерий; часть их поглощена:

a — тело амебы, ее протоплазма; *б* — ядро амебы; *в* — вакуоль-пузырек, наполненный жидкостью; *г* — бактерии (рис. Мечникова).

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 вырабатывались эти антитела, называют антигенами.

Это важнейший фактор иммунитета у людей, у млекопитающих и у птиц. Малейшие количества белка — будь то белок бактерии или гриба, попавший в ткани организма (не через рот, а в кровь, под кожу и т. п.), — являются ядом и вызывают образование противоядия — противотел. Пусть это будет даже

0,00000005 грамма чужого белка! Все то, что известно под именем прививок, вакцин и сывороток, основано на научном понимании антигенов и антител.

И другие целебные силы имеют животные.

Таких «животных» свойств у растений нет: у них нет фагоцитарной деятельности клеток, нет явлений воспаления, не образуются антитела. А защищаться растениям от болезней приходится в условиях посадок и в условиях природы.

Болезни у растений возникают от внедрения в их клетки и ткани болезнетворных вирусов, бактерий или грибов. Микробы размножаются, могут выделять они и ядовитые для клеток растений вещества. Нормальная жизнь клеток и тканей нарушается, и растение может погибнуть.

Каждый крестьянин и любитель природы знает, что проявлений болезненных состояний у растений много, так как разные паразиты вызывают разные болезни: гниль, пятнистости, налеты, увядания, омертвения тканей, наросты и другое. Больше всего мешают нормальной жизни высших растений грибы. Немало также и бактерий — возбудителей болезней растений. В большинстве случаев они подвижны и не имеют спор.

Много хлопот доставляют человечеству болезнетворные бактерии, грибы, вирусы, вредные насекомые, клещи и другие организмы. Мировые потери зерна от болезней и вредителей измеряются огромной цифрой — 83 миллиона тонн в год! Фитофтора, болезни увядания, морщинистая мозаика и другие болезни картофеля ежегодно отнимают у людей 5—10 процентов урожая.

В 1884 году в пределах теперешней Молдавии была впервые обнаружена болезнь винограда — мильдю. Точно известно, что впоследствии за 71 год (до 1955 года) было таких 27 лет, когда этой болезнью уничтожалась половина урожая европейских сортов винограда.

Есть над чем мучиться и специалистам по болезням растений и по иммунитету растений — фитопатологам и иммунологам!

Научное наследие Мечникова также помогает и в деле борьбы с болезнями растений.

...Но вернемся к фитонцидам. Почему в ходе эволюции растений появились фитонцидные свойства? Фитонциды — важнейший фактор иммунитета растений, невосприимчивости их к заразным заболеваниям.

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

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

Вокруг многих растений имеются, очевидно, в прямом смысле бактерицидная и противогрибковая зоны. Это, по прекрасному выражению Козо-Полянского, «первая линия обороны» растения. Вторая линия обороны — это нелетучие или малолетучие фракции.

На листьях любого растения — подорожника или березы, лука или дикого пиона — могут оказаться миллионы микроорганизмов, для которых ткани листьев с их белками, жирами, углеводами и минеральными веществами являются прекрасным питательным субстратом, но микроорганизмы «не находят» этого питательного субстрата. Их жизнедеятельность, несомненно, ослабляется или нацело прекращается под влиянием выделяющихся фитонцидов. Если, однако, ослабляются и тем более прекращаются процессы жизнедеятельности растения, а тем самым и продукция фитонцидов, те же клетки и ткани, которые выделяли бактерицидные вещества, оказываются прекрасным питательным субстратом для бактерий и грибов, которых они убивали до этого.

Мысль эта была высказана около сорока лет назад. Многочисленные исследования подтвердили правильность ее. Эта мысль и легла в основу современной теории иммунитета растений.

Это относится и к низшим растениям и к самим бактериям, которым в природе живется очень нелегко и у которых много врагов — бактерий других видов и иных микроорганизмов. Чтобы добыть себе пропитание, чтобы осваивать в виде питательных веществ протоплазму клеток своего хозяина (клеток листьев какого-либо растения или тканей, положим, легкого 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 — агг्रेसины, мешающие фагоцитам заглатывать их; то же значенно имеют образующиеся вокруг микробов капсулы (оболочки).

Микробы выделяют особые вещества — токсины, отравляющие организм. Многие микробы 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 20 000 000 мышей!

В процессе возникновения и эволюции болезнетворных бактерий и грибов происходила и происходит эволюция 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. Среди многочисленных разновидностей льна одни устойчивы, другие, наоборот, очень восприимчивы к грибку, называемому фузариум льна. Среди разных видов пшеницы имеется небольшое число относительно устойчивых 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 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 грибов.

Между разными видами бактерий и грибов 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. И многие грибки также являются врагами друг друга. 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, переход 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 правильнее было бы также назвать фитонцидами. Таковы, как уже указывалось, химические вещества, выделяемые плесневым грибом, которые в обработанном виде представляют ценнейшее лекарственное средство — пенициллин, действующий вредно на другие грибки и бактерии.

Фитонциды, выделяемые во внешнюю среду бактериями и грибами, являются их химической защитой. Не надо только понимать это так, что выделяемые во внешнюю среду химические защитные вещества всегда обязательно убивают своих соседей — других бактерий 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 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 и другие бактерии и вирусы. Что это действительно так, подтверждается следующим наблюдением. Простерилизуем почву, то есть освободим ее от бактерий. Внесем теперь в нее брюшнотифозных бактерий. Мы убедимся, что они будут хорошо сохраняться 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.

Мы должны сделать существенную оговорку. Жизнь почвы очень сложна. Почва буквально кишит растительными и животными организмами. Причиной гибели одних микробов в почве и усиленного размножения других могут быть не только отношения дружбы и вражды, антагонизма между микробами, но и выделение в почву фитонцидов корнями растений. Вокруг корней каждого растения имеется свой богатый мир микробов. Микробы, полезные для растения, не только не убиваются фитонцидами, выделяемыми корнями, но их размножение под влиянием фитонцидов может даже усиливаться. Те же фитонциды оказывают губительное действие на другие виды микробов, могущих оказаться врагами растения. Что корни растений действительно выделяют в почву фитонциды, уже доказано точными опытами. Вот один из таких опытов.

Почва может оказаться зараженной спорами сибирской язвы. В. В. Архипов установил, что если в такую зараженную почву посадить клевер, ремень, вику, озимую пшеницу, рожь, чеснок или лук, то почва очищается от спор сибирской язвы.

Нельзя обманывать себя и считать, будто все ясно в таком опыте. Скорее всего, фитонциды, выделяющиеся

из корней названных растений, непосредственно убивают очень стойкие споры сибирской язвы. А может быть, эти фитонциды помогают размножению таких бактерий, которые мешают жить спорам сибирской язвы. Но как бы ни толковать явление исчезновения спор при посадке некоторых растений, речь идет о фитонцидах. Приведем еще пример антагонистического, враждебного действия разных микробов друг к другу.

Дерево грецкого ореха сильно повреждается грибом дотнорелла грегариус. Грецкий орех повреждается также бактерией псевдомонас югландис. Можно искусственно заразить названным грибом или бактерией ветви грецкого ореха, но если заражать смесью обоих микроорганизмов, то заражения не произойдет. Единственное объяснение этому — антагонизм названных грибов и бактерий.

Факты такого рода не единичны. Например, если клубника заражена грибом ботритис цинереа, то ее нельзя уже заразить грибом 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 грибов совместно. Заражение грибом монилия фруктигена произойдет, и через 5—6 дней, как и в первом опыте, мы заметим загнившую ткань. При взвешивании окажется в среднем всего около 1,5 грамма такой ткани в каждом яблоке. Совершенно очевидно, что грибок ботритис алии почти подавляет размножение грибка монилия фруктигена.

Известно много 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 фитонцидов низших растений и бактерий. Еще в 1872 году врачи Манассеин и Полотебнев изучали лечебное действие плесневого грибка, из которого впоследствии удалось выделить пенициллин.

В. Г. Дроботько.



И. И. Мечников.



Участники VII Всесоюзного совещания по фитонцидам (Киев, июнь, 1973 г.).
А. М. Гродзинский (Киев), В. П. Тульчинская (Одесса), Б. Е. Айзенман



В первом ряду сидят (слева направо): Г. А. Тагиев (Баку), (Киев), Б. П. Токин (Ленинград), Д. Г. Затула (Киев), С. И. Зелепуха (Киев).



С. И. Зеленуха.



Ф. В. Хетагурова.



Б. Е. Айзенман.

Б. М. Козо-Полянский.



Сотрудники кафедры защиты растений Кишиневского сельскохозяйственного института. В центре профессор Д. Д. Вердеревский.





А. Г. Филатова.



А. А. Заварзин.



А. Г. Савиных.

А. Ф. Гаммерман.



Н. Г. Холодный.]

Идейным отцом всех исследований по фитонцидам высших растений и бактерий можно считать И. И. Мечникова.

И. И. Мечников писал: «Растения защищаются своими устойчивыми оболочками и выделениями. Выделение клеточных соков у растений, следовательно, играет очень существенную роль, как средство защиты».

Мечников и Пастер открыли явление антагонизма в мире микробов, подавление одних бактерий другими. Мечников не только наблюдал эти явления, частным примером которых является выделение плесневыми грибами и бактериями пенициллиноподобных и грамицидиноподобных веществ, 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 ...болезнетворные 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.

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

Мечников, в частности, думал, что бактерии, вызывающие молочнокислое 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 полезна, но необходимо ли подавлять деятельность бактерий, нормально населяющих кишечник человека, — неясно.

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 не прав. 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 научную мысль нашего времени.

Историю большой научной проблемы можно сравнить со многими тропинками, выходящими на широкую дорогу. Прежде чем эта дорога станет ровной, ученые исходят много дорожек и тропинок. 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 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. Фитонцидам принадлежит решающая роль в отражении нападений микроорганизмов, но ими не исчерпываются защитные возможности растений. В ходе эволюции выработались и иные способы препятствовать бактериям и грибкам использовать клетки растительных тканей в качестве пищи, различные способы обезвреживать вредные для растений яды (токсины), выделяемые микробами. Температура тканей растений непригодна для жизни многих микроорганизмов. Оборонную роль играет образование на поверхности растений кутикулы — сплошного слоя плотно соединенных между собой клеток. На кутикуле иногда имеется восковой налет. На одревеневших частях растений и на корнях возникает пробковая ткань, в которой питательных материалов для микроорганизмов мало; к тому же пробка представляет и механическое препятствие для проникновения микроорганизмов внутрь. Все это неплохие барьеры против микробов.

При ранении растений помимо вспышки продукции целебных для растения фитонцидов могут образовываться барьеры против микробов в виде опробковевших клеток. А могут размножаться и такие растительные

клетки, которые содержат особые химические вещества с фитонцидными свойствами — фенолы, антоцианы и др., обезвреживающие действие выделяемых микробами ядов — токсинов.

Приходя в соприкосновение с тканями растений, микробы выделяют вещества — ферменты, так изменяющие протоплазму растительных клеток, что она становится доступной для питания вредных микробов. Однако растения, как это выяснили советские ученые В. И. Палладин и К. Т. Сухоруков, изменяют своими веществами ферменты микробов, и они теряют свою активность. Такое свойство растений также является целебным для них. Если же случилось несчастье для растения, если микробы повредили какой-либо его орган, то все растение может спастись и тем, что оно освобождается от этого ослабленного органа. У растений без ущерба для их жизни происходит опадение заболевших листьев, бутонов и завязей. У животных и у человека — увь! — это произойти не может, и лишь в крайнем случае хирург вынужден удалить какой-либо (далеко не всякий!) орган; организм после этого остается уже неполноценным. У животных более тесное взаимодействие органов, чем у растений, у них все связано между собой в единое целое нервной системой и кровью. У животных и человека какое-либо местное заболевание может вызвать сильные изменения во всем организме. Даже небольшой нарыв может вызвать повышение температуры всего тела.

Наука, наверное, обнаружит и другие свойства растений, дающие им возможность сопротивляться различным паразитам, но, повторяем, главным фактором их природного иммунитета являются, конечно, фитонциды.

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 защитных средств, какие имеются у животных и человека.

Как уже говорилось, И. И. Мечников открыл явление фагоцитоза. Есть и другие защитные свойства у животных.

Нужно думать, у растений эволюция защитных сил шла действительно преимущественно по линии биохимических приспособлений.

Вспомним чеснок. Летучие фитонциды и сок чеснока обладают, как мы уже убедились, исключительной способностью убивать различные микроорганизмы.

Погибают от чеснока бактерии, не могущие жить без кислорода воздуха; погибают и бактерии, для которых кислород вреден; погибают бактерии, вызывающие гниение трупов животных и растений; чеснок убивает виновников самых различных заболеваний человека и животных: холеры, брюшного тифа, дифтерита, дизентерии и очень многих других.

В атмосфере летучих фитонцидов чеснока или в соприкосновении с его тканевым соком не могут жить микроскопические грибы, например плесневые. Бактерии — обитатели почвы — не могут сопротивляться фитонцидам чеснока.

Сотни ученых испробовали действие чеснока на микроорганизмы и пока не попали на такой микроб, который не убивался бы чесноком. Исключением явилась, как мы уже говорили, недавно открытая бактерия, названная чесночной. При ослабленной жизнедеятельности чеснока он может заболеть, если в тканях его окажутся чесночные бактерии.

Встает вопрос: какое значение для жизни растения — чеснока — имеют его удивительные свойства убивать самых различных микробов. Научная мысль и здравые рассуждения каждого человека заставляют думать, что иммунитет чеснока, то есть невосприимчивость чеснока к бактериальным и грибковым заболеваниям, объясняется прежде всего его изумительными фитонцидными свойствами.

В книге приводилось уже немало фактов, позволяющих утверждать, что у всех растений фитонциды играют большую роль в невосприимчивости к различным заболеваниям.

Многие явления, на первый взгляд непонятные, можно объяснить, если встать на такую точку зрения.

Плоды цитрусовых — лимоны, апельсины и мандарины — разного возраста обладают разной фитонцидной силой.

Сок антоновских яблок обладает прекрасными свойствами убивать многих микробов, в том числе дизентерийную палочку и брюшнотифозную бактерию. Выяснено, однако, что яблоки разной спелости обладают весьма разными бактерицидными свойствами.

Специалисты по борьбе с дизентерией заинтересовались вопросом, когда лучше извлекать из яблок аптоновки обыкновенный фитонцидный сок, убивающий дизентерийную палочку.

Стали изучать яблоки в ходе их созревания. Во всех опытах брали яблоки с одного дерева.

Что же оказалось?

Сок яблок, собранных 1 сентября, значительно лучше убивал дизентерийного микроба, чем сок яблок сбора 15 сентября.

Плоды черемухи в разные периоды созревания также обладают различной способностью убивать бактерий.

Что же общего во всех этих случаях мы имеем? Выяснено, что менее зрелые плоды обладают большей фитонцидной силой. Перезрелые плоды, наоборот, мало способны убивать микроорганизмы. Мы уже писали об этом. Напомним. Важно ли это для растений? Очень важно, чтобы завязь плода и созревающие плоды хорошо защищались своими фитонцидами от многочисленных врагов из мира микробов, особенно против плесневых грибов и гнилостных бактерий. Без этого размножение и продолжение данного вида растений было бы невозможно. Но вот плод созрел, он падает на землю. Из мякоти яблока или лимона должны освободиться семена, им нужно быть на земле. Освободиться они могут каким-либо механическим путем, например мякоть склюет птица. Но на подмогу могут прийти и гнилостные бактерии и плесневые грибы: под их влиянием произойдет распад мякоти. Ясно, что для созревшего плода, скажем яблока, мощные фитонцидные свойства скорее приносили бы вред, чем пользу. Для продолжения вида растения нужна же мякоть созревшего плода, а семена, их устойчивость против различных заболеваний, их фитонцидные свойства.

Приведем еще пример. Кто наблюдал поучительное, достойное удивления явление прекрасного роста «гниющей» луковицы лука? Блестящее, словно из слоновой кости, новое растение прорастает, развивается, пробиваясь из гнилой трухи, из больших листьев луковицы! Только при наличии мощных фитонцидных свойств не погибает новое растение.

Много новых вопросов, важных для науки и практики, встает перед учеными. Так, очень важен вопрос, при каких состояниях растения ослабляется продукция

фитонцидов и, значит, создаются условия, более благоприятные для болезнетворных микробов. Если растение заболело, продолжается ли продукция фитонцидов?

Ботаник В. Г. Граменицкая исследовала эти вопросы и обнаружила очень много интересного. Она искусственно заражала плоды лимона, апельсина, мандарина и луковицы лука различными болезнетворными бактериями. Затем в разные стадии развития болезни изучалось, ослабляется или усиливается продукция фитонцидов. Что же оказалось? В первые сутки после заражения, в начале болезни, у растения как бы мобилируются все его фитонцидные свойства. В первый день ткани зараженного растения лучше убивают различных бактерий, чем ткани совершенно здорового растения. Но по мере развития болезни фитонцидные свойства тканей растения все более и более ослабляются и наконец сходят на нет. Выходит, что больное растение может выделять более мощные фитонциды.

Требуется провести еще много опытов, чтобы все это понять глубоко, чтобы извлечь пользу для борьбы с болезнями растений. Однако, имея правильные представления о значении фитонцидов для жизни самого растения, можно уже и сейчас понять причины многих кажущихся на первый взгляд загадочными явлений.

Конечно, если в природных условиях, без вмешательства человека, то или иное растение заболевает и какая-либо бактерия или грибок начинает безнаказанно размножаться в тканях этого растения, значит, жизнедеятельность его сильно ослаблена, наверное, уменьшается и выработка фитонцидов.

Впрочем, требуется очень внимательно изучить, не повышается ли в начале болезни выделение фитонцидов и в этих условиях, при естественном заболевании растений.

Если мы для наших опытов возьмем совершенно здоровое, полное жизни растение и будем пытаться разными способами сделать его больным, то, конечно, на первых порах обязательно оно сильнее начнет жить, а фитонцидов может вырабатываться больше.

Эти соображения относятся не только к растениям. Если заразное начало попадает в тело человека или если произойдет какое-либо ранение, многие стороны жизни нашего организма могут проявляться ярче: повышается температура тела, больше клеток-фагоцитов,

способных пожирать бактерий, окажется в «месте» болезни, начнут вырабатываться особые защитные вещества.

Нам становятся понятны результаты многих опытов, проведенных В. Г. Граменицкой.

Она ставила опыты не только с плодами лимона, апельсина и мандарина, но и со многими другими растениями. Изучала фитонцидную активность луковиц лука, зараженных бактерией каратоворум, болезнетворной для лука, изучала листья помидора, пораженного вирусами. Сравнивала выделение фитонцидов здоровыми листьями тополя и листьями, пораженными тлями и грибом, который вызывает чернь листьев. Узнала, какие листья производят больше фитонцидов — здоровые или листья, пораженные дубовой орехотворкой.

Во всех опытах обнаруживалось одно и то же явление: если заражать здоровое растение, то оно сначала отвечает более бурным образованием фитонцидов, а затем, в ходе развития болезни, эта способность затухает и наконец сводится на нет.

Сходные явления мы обнаруживаем и при ранении многих растений.

Подойдем к черемухе.

Не срывая листа, раним его иголкой — на нижней поверхности листа сделаем ссадины. Сорвем через сутки этот лист и здоровый лист с той же ветки и изучим, как убивают бактерий фитонциды раненого (вчера) и нераненого листьев.

Что же окажется?

В полтора-два раза сильнее убивают дизентерийную палочку фитонциды раненого растения. Нельзя сомневаться в том, что это — защитное приспособление у растений, выработавшееся в ходе эволюции.

Оказалось далее, что различные участки тканей, в зависимости от удаленности их от пораженных мест, выделяют различной силы летучие фитонциды. Более мощные фитонциды выделяются участками, прилегающими к пораженному месту.

Все подробности подобных опытов очень интересны. Заразим луковицу лука бактерией каратоворум — уколем в каком-либо месте лист и введем в ранку бактерии. Дождемся сильного развития болезни.

Исследуем теперь летучие фитонциды мякоти листа, но ткани возьмем из различных участков луковицы —

рядом с зараженным местом и из участков, удаленных от него. Возьмем кусочек (одну десятую грамма) полусгнившего участка листа из того места, где мы ввели болезнетворных бактерий. Посмотрим, выделяет ли этот кусочек летучие фитонциды, убивает ли он на расстоянии инфузории.

Можно на некотором расстоянии от него держать даже 20 часов каплю воды с инфузориями, и они еще не будут убиты. Если взять такого же веса кусочек из того же листа, но из участков, удаленных от места заболевания, то в 35 секунд инфузории будут убиты. Здесь мы видим даже повышенную фитонцидную активность.

Многими учеными замечено, что здоровые ткани растений не содержат бактерий и являются недоступным интательным 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 — бактерии сибирской язвы, тифозная палочка, золотистый стафилококк и др. — не способны проникать в растение. Но можно, конечно, ранить растение и ввести в него этих микробов. В этом случае вследствие каких-то химически неблагоприятных условий бактерии или погибают, или, оставаясь живыми, не размножаются.

Вводили по 10 миллиграммов культуры туберкулезной палочки человеческого и бычьего типов 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. Все новые и новые факты о значении фитонцидов для жизни растений обнаруживаются учеными.

Расскажем о прекрасном исследовании сибирского ботаника профессора Томского университета Надежды Николаевны Карташовой. В нашей лаборатории давно установили, что цветы многих растений, лепестки вен-

чика, обладают фитонцидными свойствами. Может быть, этого уже достаточно для защиты таких важных органов, как тычники и пестики, без которых невозможно размножение растений. Но я не догадывался, что цветок гораздо более интересен для ученых, изучающих фитонциды. Карташова заинтересовалась нектарниками цветов, которые привлекали внимание еще великого Чарлза Дарвина.

В глубине цветков располагаются в виде мелких ямок, бугорков, подушечек, рожков и в другом виде особые железы, выделяющие специальные жидкие и полужидкие сахаристые вещества. Пчелы, бабочки, осы, шмели, мухи, муравьи посещают цветы, лакомятся нектаром, но, чтобы достать его, насекомое должно проникнуть во внутренние части цветка, при этом они неизбежно вымазываются липкой пылью, а затем, летая от цветка к цветку, собирая по капелькам нектар, бессознательно вымазывают принесенной пылью рыльце пестика, что и обеспечивает оплодотворение растений. Об этой большой роли нектарников знает каждый школьник.

Но оказалось, что нектарники и нектар имеют и другое важное значение, являясь одной из «линий обороны» растения от окружающих его врагов — микробов. Карташова обратила внимание на тот общепризнанный в настоящее время факт, что мед пчел обладает противомикробными целебными свойствами. Чем же обусловлены эти свойства? Можно думать, химическим составом нектара или веществами, которые может ввести пчела в состав нектара при его сборе, а скорее всего — и тем и другим. Вполне логично напрашивалась мысль о фитонцидных свойствах нектара и нектарников. Карташова со студентами Ферри и Перминовой изучала с этой точки зрения 16 видов растений. Здесь были и лютики, и розы, и примулы, и орхидеи, и многие другие растения.

Смешаем каплю нектара с каплей воды, содержащей одноклеточные организмы. Они погибают иногда поразительно быстро: от нектара растения, называемого эритрина криста, инфузории погибают почти мгновенно; нектар льнянки (линария вульгарис) вызывает их смерть через одну-полторы минуты, нектар черной смородины — через пять минут. Не менее действенны и летучие фитонциды нектара. В нескольких случаях уже через две минуты летучие фитонциды нектара и нектар-

ников убивают на расстоянии микроорганизмы. Изучено и бактерицидное действие нектара и нектарников, особенно в отношении стойких, приспособленных ко многим вредным влияниям внешней среды бактерий — в отношении кишечной палочки, живущей в кишечном тракте животных и человека, а также в отношении другого микроба — *Бациллы микондес*.

Нельзя назвать удачным такой выбор бактерий для испытания фитонцидов нектара и нектарников: лучше было бы взять для опытов бактерий распространенных в обычных условиях жизни растений, не боясь упреков критиков в том, что многие из этих бактерий гораздо менее стойки, чем кишечная палочка. Тем более убедительны опыты Карташовой: нектар и нектарники многих растений убивают и кишечную палочку и *Бациллу микондес*.

Почему в ходе эволюции растений выработались такие свойства? Нельзя сомневаться в выводах Карташовой: фитонцидные свойства нектара и нектарников — один из многих факторов естественного иммунитета, предохраняющего органы размножения от бактериальных и грибковых зараз; это одна из «линий обороны» растения. Многие явления говорят в пользу этого важного вывода. Самая сильная фитонцидная активность обнаружена у цветов черной смородины до опыления и оплодотворения; после опыления она начинает падать; это происходит, когда начинает разрастаться завязь и формироваться оболочка плода, а одновременно с этим формируются и новые защитные силы, значит, и надобность в фитонцидах нектара и нектарников отпадает.

Расскажем словами Карташовой еще об одном факте: «Особенно хорошо можно проследить за изменением фитонцидных свойств нектарников персика по мере их старения. В молодых, еще небольших бутонах персика нектарник имеет зеленый цвет. По мере роста бутона и приближения момента раскрытия цветка окраска нектарника меняется, становясь последовательно желто-зеленой, затем желтой и бледно-оранжевой. В бутоне, готовом раскрыться, нектарники ярко-оранжевого цвета. Но в этой фазе нектарник еще не вполне сформирован физиологически и не способен выделять нектар. Однако фитонцидные свойства он уже приобрел, и его летучие фитонциды вызывают гибель инфузорий через 20—22 минуты после начала опыта.

В бутоне, начавшем распускаться, нектарник сохраняет ярко-оранжевую окраску и начинает выделять нектар; фитонцидная активность нектарника при этом возрастает — уже через 7 минут инфузории замедляют движение и спустя 17 минут гибнут. В раскрытом цветке с еще не пылящими пыльниками, но энергично функционирующими нектарниками фитонцидность последних начинает падать, и инфузории погибают через более продолжительное время (35—38 минут). Когда же тычинки начинают пылить, а нектарник утрачивает яркость окраски, этот срок возрастает до 45—60 минут. В цветке, близком к увяданию, когда пыльники отпылили, нектарник бледнеет и перестает продуцировать нектар. Это совпадает с понижением фитонцидных свойств, и под действием таких нектарников гибель инфузорий можно обнаружить только через 2 часа, хотя первые признаки отравления мы замечаем на 20-й минуте»¹.

Изменение фитонцидных свойств нектарников в связи с возрастом, по-видимому, общее явление. Молодые цветы яблони, только что открывшиеся, с нелопнувшими тычинками, обладают самой высокой фитонцидной активностью. В это время цветы яблони обладают и наиболее сильным ароматом. Но вот еще сделан один шаг в развитии цветка яблони, начинают уже пылить тычинки, и фитонцидные свойства нектарников становятся раза в два слабее. То же можно обнаружить, изучая защитную силу нектарников молодых и старых цветов юстиции, шлемника и дикого хмеля.

Каково значение этого явления?

Только что открывшиеся цветы обладают более нежным строением всех частей, в том числе и завязей, а следовательно, они в большей степени пугаются в защите. Фитонциды и выполняют эту роль.

Что бы ни принесли новые дальнейшие исследования, совершенно ясно, что нектар играет разнообразную роль. Еще Дарвин думал, что роль нектара нельзя сводить к функции привлечения насекомых. В 1970 году Н. Н. Карташова и С. И. Цыпленок показали, например, что летучие вещества нектара оказывают влияние на количество прорастающих пыльцевых зерен и на сам процесс прорастания.

¹ Карташова Н. Н. Антибиотические свойства отдельных частей цветка некоторых растений. — В кн.: «Фитонциды, их роль в природе».

Д. Д. ВЕРДЕРЕВСКИЙ И МОЛДАВСКАЯ ШКОЛА ИММУНОЛОГОВ

Придавая огромное значение современным средствам борьбы с паразитами-грибками и вредителями в плодовом саду, я тем не менее на основе многолетнего опыта все же считаю необходимым заявить, что единственно правильный путь борьбы лежит через селекцию, через гибридизацию растений, дающий возможность получения иммунных (устойчивых) против болезней и вредителей новых сортов плодовых и ягодных растений.

И. В. Мичурин

Многие лаборатории и выдающиеся ученые сочли правильной мысль о фитонцидах как важнейшем факторе естественного, природного иммунитета.

Интересной в фитопатологии является школа известного в СССР и в других странах профессора Дмитрия Дмитриевича Вердеревского. Сколько превосходных мыслей и открытий дал он сам и его ученики!

Вердеревский создал теорию, объясняющую эволюцию явлений иммунитета у растений.

Среди микроорганизмов есть большая группа так называемых сапрофитов. Сапрофитные организмы оправдывают свое название: слово «сапрофит» составлено из двух: «сапрос», что означает гнилостный, гнилой, и «фитон» — растение. Сапрофиты не паразиты, они не живут в теле другого живого организма и не используют как пищу клетки других живых организмов. Сапрофиты питаются мертвыми органическими веществами, веществами трупов растений и животных, их углеводами, жирами и белками. Многие из них обязательные сапрофиты, они не могут нападать на живые организмы. Кстати сказать, помимо многих бактерий к сапрофитам относятся съедобные грибы.

Есть среди сапрофитов, однако, и такие, которые могут не только питаться мертвыми органическими веществами, но могут и нападать на живые (главным образом, ослабленные) растения и вызывать у них заболевания. Это уже, так сказать, агрессоры, но у одних «агрессивные замашки» — питаться за счет живого — выражены сильно, а у других они лишь намечаются. Наконец, в ходе эволюции появились и, так сказать, чистые, совершенно обязательные паразиты, которые

могут вести только паразитический образ жизни и совершенно неспособны питаться сапрофитно.

Вердеревский, изучая различные особенности сапрофитов и паразитов, доказывает:

1. Всем живым организмам свойствен естественный, природный иммунитет. В основе его лежит продукция фитонцидов.

2. Иммунитет этот не специфический, иначе сказать, он направлен не против какой-либо одной бактерии или против того или иного гриба. Защитные свойства фитонцидов предохраняют живые ткани растений от огромного количества сапрофитных гнилостных микроорганизмов, легко нападающих, однако, на трупы этих организмов или на отдельные отмершие участки их тела.

3. Сапрофитные микроорганизмы в ходе эволюции становились в той или иной мере патогенными, начинали паразитировать. Но как это происходило? Казалось бы, проще всего предполагать, что отдельные виды сапрофитных микроорганизмов из всеядных (т. е. из тех, которые могли питаться веществами трупов многих растений) становились любителями поедать особо изысканную пищу. Такие микроорганизмы приобрели узкую специализацию, какие-либо особенности в питании. Существуют, например, молочнокислые или уксуснокислые бактерии, живущие в строго определенной среде. Вот такие специализировавшиеся микробы, приспособленные к питанию веществами именно данного растения, и стали для него паразитами, вызывающими болезнь.

Несмотря на кажущуюся убедительность этих рассуждений, в них заложена лишь часть истины. Конечно, чтобы безобидный сапрофит-бактерия или гриб получил возможность нападать на то или иное растение, вещества этого растения должны быть пригодными для «агрессора». Но каким образом сапрофит превратился в паразита и стал болезнетворным для данного растения? Это превращение нельзя понять без выяснения путей преодоления микроорганизмами защитных средств естественного неспецифического иммунитета растения-хозяина, то есть прежде всего преодоления убийственного действия фитонцидов. Микроб должен привыкнуть к фитонцидам. Но это означает, что в ходе совместной сопряженной эволюции паразита микроба и растения-

хозяина изменялись многие биохимические процессы и у паразита и у хозяина.

Развитие могло совершиться, к примеру, так, что, изменяясь химически, фитонциды (антибиотики) микробов могли стать такими, что нейтрализовали вредное действие фитонцидов растения-хозяина. Можно сказать о таких случаях: в долгой химической борьбе растения и приспособляющегося к нему паразита фитонциды паразита стали подходить к фитонцидам хозяина, как ключ к замку. Ключ, как известно, не мешает замку.

Могут быть случаи, когда в ходе долгой сопряженной эволюции фитонциды растения не только перестали быть ядами для приспособляющегося к растению паразита, но стали очень удобной пищей для него.

В произведениях Вердеревского содержится много обоснованных фактов и мыслей о превращении сапрофитов в паразиты. Интересующиеся прочтут, например, книгу Д. Д. Вердеревского «Иммунитет растений к паразитарным болезням», выпущенную еще в 1959 году. В книге этой доказывалось, что проникать в ткани растений, в протоплазму их клеток могут лишь те паразиты, которые в ходе эволюции приспособились, привыкли к фитонцидам восприимчивого к заболеванию растения, а фитонциды иммунных сортов и видов растений являются ядами для этих паразитов. Из поколения в поколение, в ходе эволюции растений, происходит, так сказать, стихийная борьба, состязание между фитонцидами высших растений и фитонцидами (антибиотиками) грибков бактерий, ставших для этих растений паразитами или могущих стать таковыми. Фитонциды хозяина совершенствуются на убийстве своих паразитов, но и бактерии и грибки могут совершенствоваться на выделении ими фитонцидов, парализующих действие тканей хозяина. Эта борьба никогда не завершается полной победой или растения или микропаразита. Да и что означала бы победа?

Представим себе, что болезнетворные грибки и бактерии становятся все «злее» и достигнут такого «совершенства», что смогут полностью тормозить прорастание семян или цветение уже взрослого растения и тем самым не давать возможности своему хозяину производить новое потомство. Такие паразиты-победители очень напоминали бы свинью в басне Крылова, подрывающую корни дуба, желудями которого она питается. Вместе

с полной гибелью растений погибали бы и паразиты. На самом деле гораздо сложнее происходит эволюция болезнетворных микробов и растений, в тканях которых они размножаются и вызывают болезни. По-русски «паразит» означает «прихлебатель». Самые злые паразиты не похожи на свинью баснописца, они не роют себе могилу, а оказываются столь приспособившимися к своему хозяину, что находят в его тканях и питание и место обитания. Это не означает, что прихлебатель совершенно не дает растениям возможности размножаться, что он губит абсолютно все растения этого сорта или вида. Нет ни одного вида или сорта, все растения которого имели бы совершенно одинаковые защитные свойства.

Поражается ли хлопчатник гоммозом, развивается ли парша яблони или болезненная курчавость листьев персика, поражается ли пузырчатой головней кукуруза или пыльной головней ячмень — все это стоит в прямой зависимости от количества и качества фитонцидов. Нельзя ли выбирать для новых посевов семена растений с самыми мощными фитонцидами?

Вердеревский со своими учениками и создает новое действенное направление в науке о болезнях растений и о способах их лечения.

«Опыт показывает, — говорит Вердеревский, — что при наличии достаточно большого количества растений, даже в условиях очень сильного развития болезни, почти никогда не наблюдается 100 процентов поражения растений данного сорта. Тщательная проверка иммунности уцелевших от заболеваний растений позволяет выявить действительно иммунные экземпляры и использовать их для искусственного отбора иммунных форм... До настоящего времени для селекции иммунных сортов в качестве исходного материала использовались в основном только естественно возникшие «по милости природы» иммунные к болезням формы растений. Это направление работ дало и дает много ценного для сельскохозяйственной практики. Таким путем, например, И. В. Мичурин вывел свои сферотекоустойчивые сорта крыжовника. Этим же путем выведены фитофтороустойчивые сорта картофеля, сорта табака, невосприимчивые к мучнистой росе, сорта помидоров, стойкие к бактериальному раку, и др. Использование, однако, только естественно возникших в природе и часто диких видов и разно-

видностей растений крайне сужает возможности селекции вследствие однообразия исходных иммунных к болезням образцов растений. Кроме того, большие трудности для селекционеров вызывает частое сочетание у таких растений иммунности со свойствами дикости, обычно крайне консервативными и поэтому стойко передающимися по наследству. Необходимо максимально использовать подобные созданные природой иммунные формы растений и применять мичуринские методы направленного воспитания гибридных семян. В то же время совершенно необходимо добиться широкого развертывания работ по «переделке природы» существующих культурных растений путем искусственного формирования новых, до сих пор не существовавших иммунных образцов растений»¹.

В этих словах слышится убежденность и научная страсть ученого. Мысли Вердеревского уже воплощаются в жизнь. Ученики и последователи Вердеревского настойчиво трудятся над выведением растений, стойких к болезням.

Н. Н. Найденова пытается найти управу на вредного грибка, вызывающего заболевание винограда, — мильдю.

Многие тысячи ученых искали средства борьбы с нею, но и до сих пор не создано высокоустойчивых сортов винограда, а когда разыгрывается мильдю, дорогостоящая химическая борьба с ней оказывается часто очень малодейственной.

По какому же пути идет в своих поисках Найденова? Она следует указаниям Вердеревского и завету создателя науки о борьбе с болезнями растений в нашей стране А. А. Ячевского, который говорил: «Мое глубокое убеждение, основанное на более чем двадцатилетнем исследовании грибных заболеваний, что если нам со временем и удастся ограничить или даже совсем стусовать вред, приносимый грибными болезнями, то мы этого достигнем не иначе, как путем строгого подбора устойчивых разновидностей и сортов культурных растений».

«У нас, к сожалению, и теперь еще полагают, — писал А. А. Ячевский в 1910 году, — что вся наука о бо-

¹ Вердеревский Д. Д. Об иммунитете растений к паразитарным заболеваниям. — Сборник трудов Молдавской станции Всесоюзного института защиты растений, вып. 2, 1957.

лезнях растений заключается лишь в опрыскиваниях бордоской жидкостью или каким-либо другим составом. ...Центр тяжести всей практической фитонатологии лежит именно в устойчивости, и всякие лечебные средства являются лишь как паллиативы и вспомогательные средства борьбы».

Но как подбирать устойчивые сорта растений?

В отличие от селекционеров, занятых скрещиванием растений разного вида, Найденова в разгар сильной эпидемии винограда, когда повреждается большинство особей, находит прекрасно чувствующие себя экземпляры, устойчивые к заболеваниям милдью. И среди животных, да и среди людей, мы не встретим двух совершенно одинаковых особей. При одних и тех же условиях заражения один человек может заболеть и умереть, а другой оказывается совершенно здоровым. Почему же среди тысяч пораженных милдью кустов винограда единичные экземпляры оказываются в цветущем состоянии?

Одной из главных особенностей этих растений, «равнодушных» к вредоносному грибку, являются их высокие фитонцидные свойства. Возбудитель милдью — паразитический грибок — не может проникнуть в глубь тканей устойчивого растения, он неизбежно погибает от фитонцидов. Именно об этом говорят опыты Найденовой. У грибка — возбудителя милдью имеются подвижные споры, подобные тем, какие мы видели у фитофторы. Поместим подвижные споры грибка в только что полученный сок разных экземпляров винограда — устойчивых к болезни и восприимчивых к ней. Мы увидим значительно более быструю гибель спор в соке устойчивых к болезни растений. Так же и летучие фитонциды устойчивых сортов более быстро убивают грибки.

На примере работы Найденовой мы видим обоснованный путь борьбы за здоровое растение, который предлагает Вердеревский.

Конечно, он не отрицает необходимости борьбы с болезнями растений химическими путями, созданием новых веществ — фунгицидов, убивающих грибки, и инсектицидов, отпугивающих или убивающих насекомых. Однако Вердеревский предлагает при этом не забывать главную линию борьбы — создание иммунных сортов. «Насколько актуальна проблема выведения и внедрения в практику устойчивых к милдью сортов винограда, — пишет

Вердеревский, — можно судить хотя бы по следующим данным: на осуществление ежегодно химической борьбы с мильдью расходуется в СССР свыше 40 миллионов рублей. При этом используется около 40 тысяч тонн медного купороса или его заменителей». «Вопреки высказываниям Н. И. Вавилова, И. В. Мичурина, основоположников отечественной фитопатологии А. А. Ячевского, Н. Н. Вороникина и других о том, что выведение иммунных сортов должно быть основным ведущим направлением в борьбе с болезнями растений, химический метод продолжает занимать главное место в борьбе с заболеваниями растений, а выведение стойких к болезням сортов имеет только частичное применение в практике нашего сельского хозяйства. ...Однако и в будущем разрешение тех задач, которые ставят перед собой селекционеры при выведении иммунных сортов, несомненно, будет ускорено и облегчено с помощью химии методами биохимического воздействия на растения в целях активизации их естественных защитных свойств, а возможно, и путем искусственной иммунизации растений».

Занимаются сотрудники Вердеревского и выведением сортов хлопчатника, стойких в отношении бактерий, вызывающих болезнь, известную под названием гоммоз, виновником которой, как мы уже знаем, является бактерия псевдомонас мальвацеарум.

Что же оказалось? Ученые установили, что единственной особенностью устойчивых к гоммозу сортов хлопчатника являются сильные фитонцидные свойства их тканей: свежий сок из листьев и летучие фитонциды убивают бактерий — виновников гоммоза, а в соке восприимчивых к гоммозу сортов те же бактерии выживают. Если фитонциды тканевых соков стойкого сорта хлопчатника разрушить кипячением, то в них бактерии не погибают.

Не менее интересны опыты с летучими фитонцидами (рис. 41).

Разотрем листья хлопчатника и поместим полученную кашу на крышку чашки Петри. В чашку Петри поместим питательную среду и посеем на ней бактерий псевдомонас мальвацеарум. Чашки Петри перевернем таким образом, чтобы питательная среда с бактериями находилась наверху, над кашицей из листьев хлопчатника, и подвергалась действию летучих фитонцидов, выделяющихся из этой кашицы. Что же выяснено такими

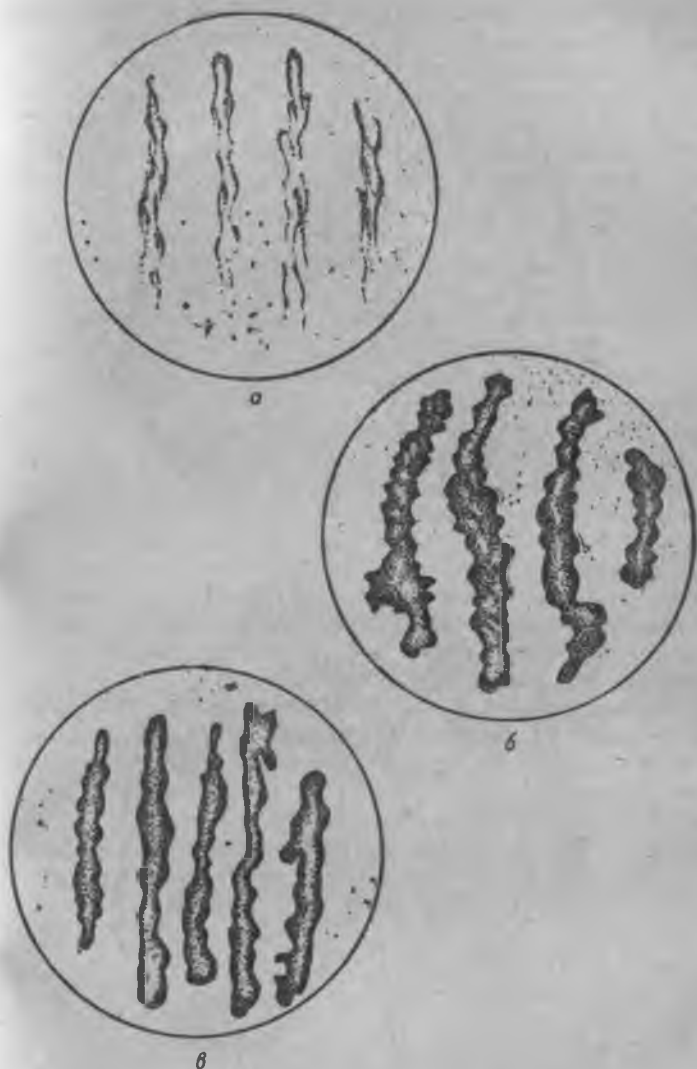


Рис. 41. Сравнительное действие летучих фитонцидов листьев устойчивого (К-2456) и восприимчивого (611-Б) к гоммозу сортов хлопчатника на рост колоний:
 а — влияние летучих фитонцидов сорта хлопчатника К-2456, рост колоний подавлен; б — воздействие летучих фитонцидов сорта хлопчатника 611-Б, рост колоний нормальный; в — контроль.

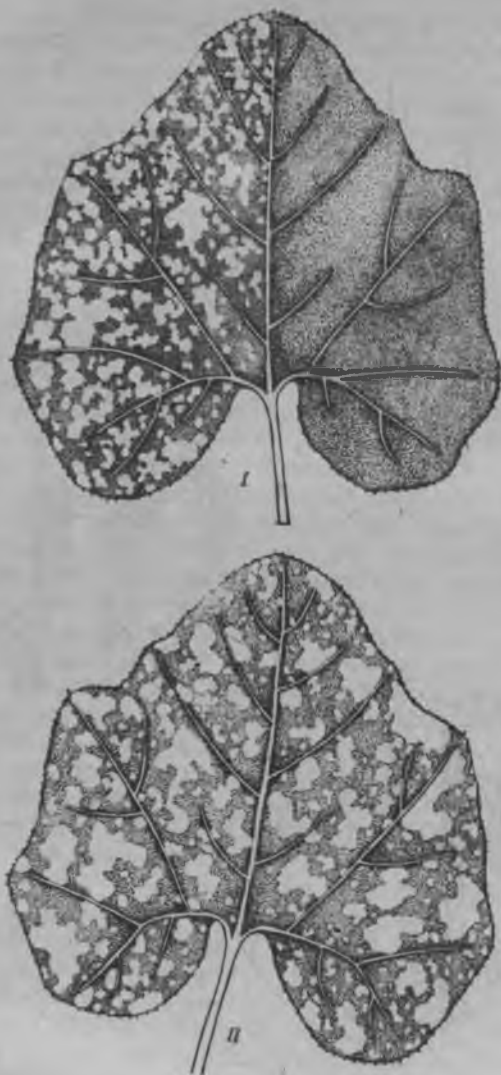


Рис. 42. Сравнительное фитонцидное действие клеточных соков тыквы и арбуза на грибницу возбудителя мучнистой росы тыквы гриба эрзифе цихорачеарум:

I — правая половина листа обмыта клеточным соком арбуза, разбавленным водой в соотношении 1:1. Фитонцидное действие очевидно — грибница погибла; *II* — правая половина листа обмыта клеточным соком тыквы, разбавленным водой в соотношении 1:1. Фитонцидное действие отсутствует — грибница сохраняется живой.

опытами. Если растительная каша была получена из сорта, восприимчивого к болезни, то бактерии продолжали превосходно жить, не обнаруживая никаких признаков умирания, а если каша была получена из листьев устойчивого сорта, то те же бактерии повреждались. Не менее интересно и то, что в разные периоды жизни хлопчатника фитонциды его соков весьма различны. Когда хлопчатник наиболее жизнедеятелен, соки его сильно бактерицидны, а к концу жизни растения, под осень, фитонцидная активность сока резко падает. Смело идя по новому пути, ученые получили стойкие к гоммозу сорта хлопчатника, а также и кукурузу, иммунную к пузырчатой головне.

Посмотрим на рис. 42. Это результат одного из интереснейших опытов в лаборатории Вердеревского.

Гриб эризифе цихорацеарум вызывает у тыквенных растений болезнь — мучнистую росу. К тыквенным кроме тыквы принадлежат также дыни и арбузы. Гриб этот поражает все тыквенные, но он существует в природе в нескольких формах, приспособленных к определенным тыквенным растениям. Значит, у разных форм гриба имеются свои специальные приспособления для преодоления губительного действия фитонцидов именно данных растений.

Неразбавленным и разбавленным соком тыквы, арбуза и дыни обмывали половинки листьев, пораженных мучнистой росой, в то время как вторые половинки каждого такого листа обмывали чистой водой, и они служили контролем в опыте. На рисунке хорошо видно, что фитонциды сока тыквы не убивают грибок, который приспособился к тыкве, а фитонциды соков других тыквенных для него смертоносны.

ПРИОРИТЕТ ОТКРЫТИЯ РОЛИ ФИТОНЦИДОВ В ИММУНИТЕТЕ РАСТЕНИЙ ПРИНАДЛЕЖИТ СОВЕТСКОЙ НАУКЕ

В настоящее время трудно найти в какой-либо стране специалиста по болезням растений, который отрицал бы значение фитонцидов в иммунитете растений. Однако далеко не всегда, особенно иностранные ученые, называют целебные вещества растений фитонцидами, предпочитая употреблять заимствованное из медицины понятие «антибиотик». Но от этого суть дела не меняется.

Об одном термине, употребляемом вместо обоснованного советской наукой слова «фитонциды», следует сказать особо. Это термин «фитоалексины», возникший в науке после того, как в 1940 году немецкие ученые Мюллер и Бергер обнаружили в своих опытах, что при заражении части поверхности разрезанного клубня картофеля одной расой грибка фитофторы резко угнетается развитие грибка и другой расы, если им заразить ткани, находящиеся рядом с первым зараженным участком. Значит, решили ученые, при внедрении заразного начала клетки и ткани растений синтезируют антимикробные вещества, которые они и называли фитоалексинами. В разных странах проведено огромное число исследований о фитоалексинах. Также и в нашей стране, особенно в превосходной московской лаборатории профессора Л. В. Метлицкого.

Читателю ясно, конечно, что нового в этом явлении по сравнению с открытием фитонцидов не содержится. Ведь он помнит, что исследователи фитонцидов обнаружили вспышку продукции фитонцидов при ранении растений, а «раненне» происходит не только при грубом механическом повреждении тканей, но и при внедрении в ткани растений микроорганизмов. Вспомним, например, опыты В. Г. Граменицкой: если заражать здоровое растение — луковицы лука бактерией каратоворум, или листья помидора вирусом, или листья тополя грибком, — растение отвечает на это бурным образованием фитонцидов. В полтора-два раза быстрее убиваются дизентерийные палочки раненого фитонцидами листа черемухи.

Совершенно очевидно, что никакой принципиальной разницы между фитонцидами и фитоалексинами нет. Этим нисколько не опорочиваются исследования по фитоалексинам. Более того, их надо приветствовать, особенно, если ботаникам вместе с химиками удастся выделять в химически чистом виде фитоалексины, являющиеся, вероятно, одним из компонентов фитонцидного комплекса веществ, названного ботаником Козо-Полянским «первой линией обороны» растения. Так выделены «защитные вещества» из тканей батата, клубней орхидей, корней моркови, гороха, красного клевера и других растений.

Все эти данные о фитоалексинах умножают богатство фактов о фитонцидах.

Сделаем, однако, оговорку: еще много неясных вопросов предстоит разрешить исследователям фитонцидов и фитоалексинов. Так, молдавский ученый И. И. Станко доказал, что разные по устойчивости к бурой листовой ржавчине сорта озимой пшеницы отличаются существенной особенностью. В пачале развития болезни у восприимчивого к болезни сорта фитонцидность зараженных тканей растений повышается, а в опытах с одним из устойчивых сортов выявилось, что вначале фитоцидность зараженных тканей снижается по сравнению со здоровым растением, правда в дальнейшем фитонцидная активность зараженных тканей восприимчивого сорта резко падает, и, наоборот, у устойчивого сорта резко повышается и длительное время сохраняется повышенной, выполняя свое важное природное назначение защиты растения.

Усложним вопрос о фитоалексинах. Читатель уже знает, что при ранении растений может происходить продукция летучих фракций фитонцидов, имеющих очень короткую «химическую жизнь», — уже в первые секунды выделившиеся вещества могут изменяться, например, под влиянием кислорода воздуха. Возникла сложная химическая задача: выяснить состав таких короткоживущих фитонцидов в особых условиях, например, не допускать атмосферного кислорода. Но эти опыты нужны, так как, наверное, окажется, что и короткоживущие эфемерные химические вещества могут играть большую роль в защите растений.

Сколько доказательств серьезности такой гипотезы можно привести! Сколь, например, велико действие на организмы ничтожно малых количеств витаминов, гормонов и других изученных биологами веществ.

Особенно наглядным примером являются так называемые простагландины. Эти вещества вырабатываются у человека в легких, почках, коже, в половых и других органах. Выясняется их большая роль в жизни организма в связи с деятельностью нервной системы и желез внутренней секреции. Вещества эти образуются в организме в ничтожных количествах — в миллионных долях грамма и, по-видимому, только тогда, когда в них возникает жизненная необходимость. Живут такие вещества лишь несколько секунд!

Есть иад чем подумать и иммунологам растений: вероятно, нам неизвестен еще ряд интереснейших защит-

ных для растений веществ, возникающих в ничтожно малых количествах, живущих секунды или доли секунд, но выполняющих большую роль в защите растений.

ФИТОНЦИДЫ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ БОЛЕЗНЕЙ

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

И. В. Мичурин

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

Мало надежд получать из чеснока фитонциды, 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 микроубивающими свойствами. С полной гарантией, однако, исследователь найдет мощные фитонциды, убивающие болезнетворных для черной смородины микробов, 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 в продолжение многих веков.

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 обстоя-

тельство, что на здоровом растении встречаются только те виды бактерий, которые являются паразитами именно 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 citrusовых на многих болезнетворных для растений бактерий. Их 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 Грамеицкой, проведенные на бактерии цитрипутеале, которая вызывает болезнь citrusовых и других растений.

Испытано действие летучих фитонцидов разных органов черемухи, дуба, лавровишни, 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 бактерий, вызывающих заболевание citrusовых.

Действуют ли летучие фитонциды citrusовых на этих бактерий? Да, но, конечно, слабее, чем на бактерий, не приспособленных к лимону, апельсину или мандарину.

Всегда ли ткани citrusовых растений содержат и выделяют много мощных фитонцидов? В любое ли

время года? Обычно 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 цитрипутеале в опытах вне организма (в чашках, на питательной среде) считается $+26^{\circ}$, то есть такая, какой не бывает в холодные и влажные периоды года: в конце зимы — начале весны.

По-видимому, в этом явлении играет большую роль разная продукция фитонцидов в разные периоды года.

Летом листья цитрусовых при их ранении выделяют много летучих фитонцидов большой мощности. Бактерии цитрипутеале всех исследованных сортов убивались этими фитонцидами в течение нескольких минут, самое большее 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 заключения 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.

Ни одно растение на земном шаре не живет обособленно от микроорганизмов. У каждого есть свои враги из мира микроорганизмов, а может быть, и друзья. На листьях, на стеблях, на корнях всегда имеются «жильцы» — те или иные бактерии или грибы. Какую роль играют фитонциды во взаимоотношениях растений и микроорганизмов? Эти взаимоотношения возникают с момента набухания семян до конца жизни растения. Совершенно неясных вопросов больше, чем немного выясненных.

Широко и талантливо ставила их известный ленинградский ученый Фатима Васильевна Хетагурова. Мне хочется, чтобы тысячи и тысячи советских граждан знали о прекрасном ученом. Можно не сомневаться в

том, что научное наследие, оставленное ею, будет подхвачено молодыми учеными.

Фатима Васильевна Хетагурова — талантливая дочь осетинского народа. Она ушла из жизни в расцвете своего таланта. Ее имя знают тысячи биологов нашей страны, особенно микробиологи — защитники растений от бактериальных заболеваний. Ее докторская диссертация в 1950 году была посвящена борьбе с фитопатогенными бактериями. 60 интересных исследований опубликовала она! Она покоряла всех своим умом, своей скромностью, своей любовью к людям, доброжелательностью, приветливостью.

Есть странички в работах И. В. 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, болезнетворными для других растений, — это статья «Новое средство против ржавчины роз».

Вследствие нападения на розы ржавчины любителю приходится терять из своей коллекции иногда самые лучшие экземпляры. «Мне лично, — писал И. В. Мичурин, — 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 появляется 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. 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 опадают, и засыхают целые ветви, и если поражается главный ствол у корней шейки, то погибает весь куст.

...И вот, изыскивая способы и средства борьбы с этим злом, я обратил внимание на быстро сохнувший, горький, молочный сок обыкновенно везде в изобилии растущей сорной травы молокана, известной в ботанике под названием *Lactuca Scariola* L. из подсемейства Cichoriaceae 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 ржавчиной места. Если же поражены листья или очень мелкие веточки, то они опрыскиваются раствором при помощи ручного spryska, 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 исчезает¹. Так написал в этой статье И. В. Мичурин.

Помимо молокана (иначе называемого латуком) использовалось и другое растение — осот.

Разными путями можно идти в новаторских поисках использования фитонцидов в борьбе с болезнями растений, в частности с ржавчиной.

¹ Мичурин И. В. Соч., т. IV, с. 32 и 34.

Так, один ученый использовал фитонциды лука против ржавчины шиповника. Он натирал листья, пораженные ржавчиной, два-три раза в день соком лука и утверждает, что через два дня заболевание было ликвидировано.

Нельзя ли использовать фитонциды для протравливания семян, для обеззараживания их от грибов и бактерий? Новаторы пытались сделать это. Особенно успешно использовали фитонциды лука и хрена для протравливания семян ячменя в целях борьбы с головней, семян хлопчатника и других растений. Утверждают, что ржавчинные грибы, приносящие огромный вред сельскому хозяйству, сравнительно легко убиваются фитонцидами.

Р. М. Галачьян в Армении доказала, что протравливание семян помидоров фитонцидами чеснока и лука против бактериального рака значительно снижает заболевание помидоров в поле.

О. А. Кротова и И. А. Маленкина обрабатывали плоды помидоров водно-луковым раствором. Лежкость их повышалась в два раза, и снижался процент бактериальной и грибной гнили плодов.

Большую работу провела микробиолог профессор К. И. Бельтюкова в Киеве. Более 20 лет занималась она использованием антибактериальных веществ высших растений в борьбе с бактериозами, то есть с болезнями растений, вызываемыми бактериями. В начале своих работ Бельтюкова пишет: «...были проведены весьма скромные наблюдения, касающиеся выяснения устойчивости той или другой сельскохозяйственной культуры к тому или иному бактериозу, и попытки увязать эту устойчивость с наличием веществ, присутствующих в клеточном соке растений». Более чем скромно сказано, а наблюдения-то были большими, и они все подтверждают мысль о том, что фитонциды — важнейший фактор иммунитета растений, что наука может и должна использовать фитонциды в борьбе с болезнями растений.

Один пример из работ Бельтюковой. Болезнь овса — бактериальный ожог — вызывается размножением бактерии псевдомонас коронафасиенс. В опытах точно обнаружено, что степень устойчивости того или иного сорта овса в отношении этой болезни определяется именно фитонцидными свойствами тканевых соков: чем более энергично убивает тканевый сок эту бактерию, тем устойчивее сорт в отношении бактериального ожога.

В тысячах опытов она изучила противомикробное действие на различных болезнетворных для растений бактерий фитонцидных веществ из конопли, чистотела, кубышки желтой, копытня, очитка едкого, молочая, дрока, белладонны, чеснока и лука. Изучила она и действие различных препаратов, выделенных из растений, а также приготовленных искусственно, но очень схожих с природными фитонцидами. Не все испытанные вещества обладают такой фитонцидной силой, чтобы их можно было с успехом использовать в сельском хозяйстве. Но некоторые вещества, например из кубышки желтой, подавляют рост вредных для растений бактерий, если их разводить даже в миллионы раз!

Остановимся подробнее на некоторых попытках использования фитонцидов в растениеводстве.

Киевлянка Д. М. Богопольская в 1964 году обнаружила, что фитонциды тканевого сока конопли подавляют жизнь бактерии ксантомонас фазеоли — возбудителя болезни бурой пятнистости фасоли. Антибактериальное действие сока конопли сказывается уже через три минуты. Эта бактерия приспособилась к фасоли и ее фитонцидам, стала патогенией, а фитонциды конопли убивают ее. Между рядами конопли была посеяна фасоль. Листья фасоли были искусственно заражены бактериями ксантомонас фазеоли. Заболевание фасоли вызвать не удалось, так как конопля на расстоянии убивает своими фитонцидами эту бактерию.

К. И. Бельтюкова провела подобные опыты с кок-сагызом. Она пыталась заразить растения кок-сагыза бактериями ксантомонас некрозис. Кок-сагыз находился на участке, примыкавшем к полю, где была посеяна конопля. Больных растений кок-сагыза в течение опыта обнаружено не было. Видимо, летучие фитонциды конопли убили бактерий — возбудителей болезни, в то время как растения кок-сагыза, выращенные на отдельном поле, при таком же искусственном заражении и теми же бактериями, заболели бактериальной болезнью.

К. И. Бельтюкова напоминает, что коноплю еще с давних времен использовали для борьбы с вредными насекомыми. Коноплю засевали около свекловичных плантаций для защиты от земляных блох, ее добавляли в посевы гороха для борьбы с гороховой тлей. В амбарах, где сушат коноплю, не заводится долгоносик. Утверждают, что посев конопли или внесенная в почву

конопля способствует очищению почвы от личинок майского жука.

К. И. Бельтюкова также испытала в полевых условиях влияние фитонцидов чеснока на семена люцерны и клевера красного. Для этого семена многолетних трав она замачивала в течение получаса в кашице чеснока, разведенной в воде в соотношении 1:5, 1:10 и 1:100. Каков же результат опыта? Густота стояния люцерны на первом году жизни растений уменьшилась, но процент пораженных корней снизился, а урожай зеленой массы увеличился. Небольшой эффект был обнаружен в других опытах и после обработки чесночной кашицей семян клевера.

Более интересные результаты были получены после обработки семян многолетних бобовых трав водным экстрактом из чешуи лука. Как на первом, так и на втором году жизни растений было отмечено увеличение густоты стояния трав, уменьшение процента больных корней и повышение урожая зеленой массы трав по сравнению с контрольными растениями. «Жизнеспособность растений и их устойчивость против неблагоприятных факторов внешней среды как бы повышаются», — пишет Бельтюкова. Трудно объяснить это явление, добавим мы от себя, но оно столь интересно, что ученым следует заняться им.

К. И. Бельтюкова попыталась в полевых условиях использовать препарат, состоящий из веществ, близких по своей химической природе к тем, которые находятся в чесноке. Речь идет о так называемых аналогах псевдоаллицина. Эти жидкие вещества имеют маслоподобную консистенцию и своим неприятным запахом напоминают чеснок и лук.

Убедившись в опытах, что вещества эти убивают многих бактерий, вызывающих болезни растений, Бельтюкова поставила полевые многократные опыты с обработкой ими семян различных сельскохозяйственных культур: клевера, люцерны, ячменя, капусты, огурцов, помидоров, арбузов, фасоли и гороха. В некоторых, но не во всех, случаях наблюдалось повышение всхожести семян, увеличение размеров проростков и их веса и уменьшение количества заболевших растений.

Веществами, которые называются «препарат № 152» и «препарат № 174», обрабатывались перед посевом семена ячменя и пшеницы яровой — в лабораторных

опытах и в полевых условиях. Прорастание семян было явно стимулировано препаратом.

Расскажем словами самой Бельтюковой о полевом опыте с ячменем: «...был проведен опыт с обработкой семян ячменя сорта Ганна Лоосдорфская растворами препаратов № 152 и № 174 в концентрации 1 : 5000 методом увлажнения с дальнейшим томлением в течение часа. После подсушки семена были высеяны конной сеялкой на площади 0,25 га. Учет густоты стояния на один погонный метр, а также наличия заболеваний был произведен по двум диагоналям на каждом поле. Был учтен также и урожай.

...Положительное влияние предпосевной обработки семян было заметно на глаз. Растения на опытном поле были крупнее и выше, с более развитым колосом, содержащим большее количество семян». Растения были здоровые, тогда как 1,9 процента контрольных растений оказались пораженными головней. Неплохие итоги опытов!

Положительные результаты были получены и в опытах с предпосевной обработкой фитонцидными препаратами семян капусты и помидоров. Использовался аренарин — фитонцид из бессмертника песчаного. В опытах в парниках и на делянках в поле установлено, что обработка семян помидоров и капусты аренарином оказывает положительное влияние на всхожесть, ускоряет рост и развитие, повышает урожай, а также снижает поражаемость помидоров болезнями, в частности бактериальным раком.

Украинский академик В. Г. Дроботько пишет, что применение аренарина на Украине может дать прирост урожая за год на сумму около 11 миллионов рублей!

Расскажем подробнее о некоторых опытах К. И. Бельтюковой, в которых участвовали М. Д. Куликовская, М. С. Матышевская, Р. И. Гвоздяк и другие украинские ученые.

Было испытано около 30 фитонцидных препаратов. Среди них имаин, полученный из зверобоя пронзеннолистного, а также и другой препарат из того же растения — новоиманин. Особенно много опытов провели с препаратом аренарином, полученным из бессмертника песчаного. Аренарин подавляет рост многих микробов. Особо чувствительны к нему оказались коринебактерии — возбудители болезни, называемой бактериальным

раком помидоров. Даже в разведении 1 : 1 000 000 этот препарат подавляет жизнь этих бактерий.

Но дело не только в его антимикробных свойствах. Аренарин с полным правом можно отнести к числу таких фитонцидных препаратов, которые обладают стимулирующим влиянием на рост и развитие растений. «Это влияние, — пишет К. И. Бельтюкова, — выражается в повышении энергии прорастания семян и их всхожести, а в связи с этим — в появлении более ранних и дружных всходов, в увеличении высоты и веса проростков, длины и опушенности корней».

Семян, обработанных аренарином, прорастает уже на вторые сутки после посева в 3—4 раза больше, чем в контроле. Учет густоты стояния растений помидоров в рассаде и в открытом грунте показал, что количество растений увеличивалось по сравнению с контролем иногда в полтора-два раза. Ускорялось прохождение фаз роста и развития помидоров, а тем самым и наступление первого сбора. Количество плодов при первых сборах намного превышало количество плодов с растений, выращенных из семян, не обработанных аренарином.

Предпосевная обработка семян помидоров аренарином повышает урожай плодов в среднем на 10—20 процентов, а иногда и до 72 процентов.

В результате предпосевной обработки семян аренарином снижается количество растений, пораженных бактериальным раком, черной бактериальной пятнистостью, мокрой, вершинной и иной гнилями, а также вирусными болезнями — мозаикой, столбуром и бронзовостью помидоров.

Успешно применялся аренарин и в опытах на клевере, люцерне, фасоли, сахарной свекле, кукурузе, пшенице и ржи. Интересующиеся прочтут обо всех подробностях в книжке об аренарине, выпущенной в Киеве в 1963 году.

Мы уже знаем, сколь изумительны бактерицидные и противогрибковые свойства фитонцидов горчицы.

И. Ю. Славенас в Литве протравливал фитонцидами сарептской горчицы семена проса, зараженные спорами пыльной головни, вызываемой вредной деятельностью грибка устилляго.

Фитонциды горчицы убивают споры этого грибка, и предпосевная обработка зерен проса летучими фитон-

цидами горчицы может повысить урожай зерна более чем в три раза.

Как видим, уже начаты интересные исследования по использованию фитонцидов для предпосевной обработки семян, и все же хочется пожелать растениеводам большей смелости мысли и действия в этом направлении.

Своеобразные пути использования фитонцидов для лечения болезней растений ищут выдающийся знаток микробов Н. А. Красильников и его ученики.

Как больным животным и человеку научная медицина дает надбавки к их собственным целебным силам в виде различных лекарств, так Красильников решил давать и больным растениям (или здоровым, для того чтобы они не заболели) надбавку к их собственным целебным силам — фитонциды низших растений, или, как привык их называть Красильников, антибиотики.

Свое очень оригинальное предложение помощи растениеводству Красильников обосновывает опытами. Он погружает корни растения в раствор фитонцида, или, как выражается исследователь, антибиотика, например в раствор пенициллина. Уже через час-другой можно доказать присутствие пенициллина в различных тканях надземных частей растений, например в листьях. Совершенно очевидно, что корневая система всосала пенициллин, и он оказался во всем растении. И другими способами доказано, что различные органы растения пронцаемы для пенициллина. Положим на поверхность листа комочек ваты, смоченной раствором стрептомицина (мы упоминали об этом веществе; это фитонцидное вещество выделяется низшим растением — одним из видов актиномицетов). Спустя 3—5 часов мы научно можем доказать, что стрептомицин находится не только на поверхности, но и в тканях листа. Путем надбавки к собственным фитонцидам растения фитонцидов низших растений Красильникову удастся лечить некоторые болезни растений и предупреждать заболевания.

Надо полагать, пишет Красильников, что в ряде случаев естественный иммунитет растений обусловлен не только присутствием особых бактерицидных веществ — фитонцидов и других, образуемых растением, но и пропикновением антибиотиков из субстрата через корневую систему в растительные ткани.

Не только профессиональные ученые, но и многие практики задумываются над использованием фитонци-

дов в сельском хозяйстве. Особенно надо приветствовать исследовательские работы по борьбе с грибковыми заболеваниями овощных и плодово-ягодных растений.

Остановимся на болезни картофеля, вызываемой картофельным грибом фитофторой. Слово «фитофтора» по-русски означает «убивающие растения». Название очень подходящее. Фитофторный грибок может производить сильные опустошения картофельных полей и приносить неисчислимый вред. Этот паразит хорошо приспособился к фитонцидам картофеля и может безнаказанно развиваться на картофельной ботве. Заболевание обнаруживается в конце лета, к осени. На листьях появляются темные маслянистые пятна. На пораженных листьях появляется пушистый мицелий с конидиями. Болезнь распространяется, листья вянут, чернеют и погибают (рис. 43). Поражаются и стебли и клубни. Очень быстро на конидиях образуются вздутия, зооспорангии, в которых развиваются подвижные воспроизводительные клетки — споры (рис. 44).

Один из участков спорангия растворяется, и подвижные споры выплывают наружу. При попадании на подходящую питательную среду — на здоровые листья картофеля или на клубень — споры останавливаются, прорастают и дают начало новому мицелию.

Удалось снять кинофильм о фитофторе. Некоторые кадры из этого фильма мы видим на рис. 45.

Пока не найдено настоящей управы на фитофтору. Эта болезнь еще не покорена как следует наукой. Надо искать новых средств борьбы с грибом. Если фитонциды самого картофеля не убивают своего паразита — грибок, нельзя ли сделать надбавку к собственным целебным силам картофеля в виде фитонцидов растений, к которым грибок не приспособился?

З. А. Борзова ставила опыты в момент выхода зооспор. Одну каплю воды с движущимися зооспорами наносила в углубление стеклянной пластинки. Стекло ставили в чашку Петри, где помещалась растительная каша. Значит, действовали летучими фитонцидами. Через несколько минут, иногда всего через одну минуту споры погибали от летучих фитонцидов лукович лука и чеснока, игл пихты, листьев черемухи и цитрусовых.

Летучие фитонциды репчатого лука убивают не только споры, но и конидиеносцы, на концах которых находятся спорангии (см. рис. 44).



Рис. 43. Листья картофеля: слева — здоровый лист; справа — пораженный фитифторой.



Рис. 44. Конидиеносец, или спорангиеносец. Видны шарообразные зооспорангии, или конидии, где образуются споры.

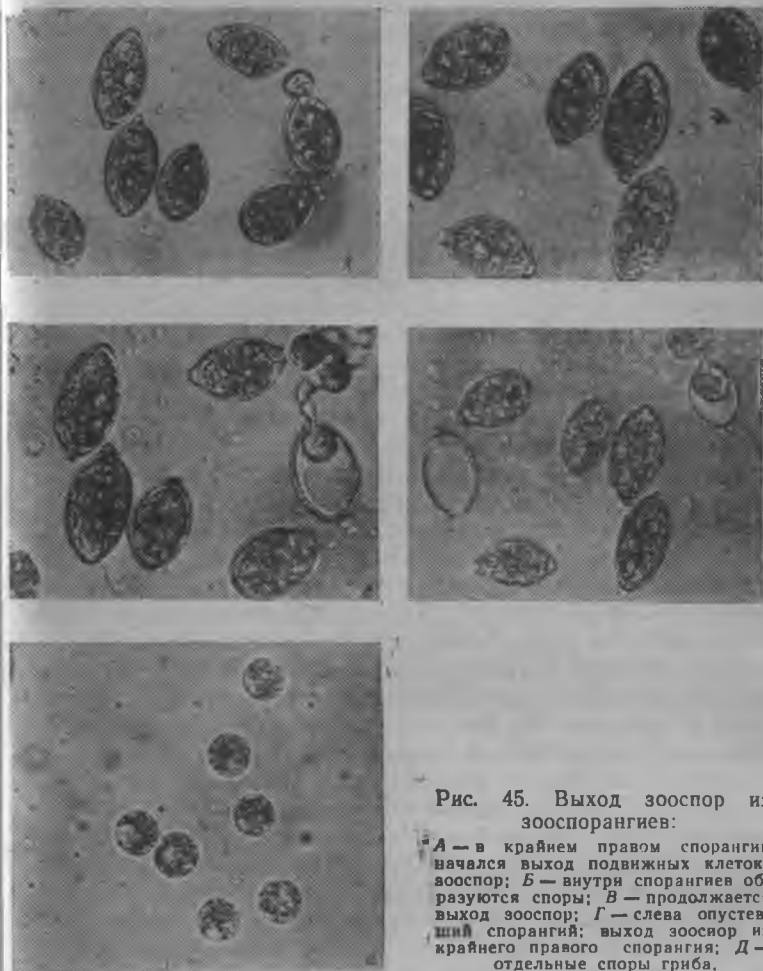


Рис. 45. Выход зооспор из зооспорангиев:

А — в крайнем правом спорангии начался выход подвижных клеточ-зооспор; Б — внутри спорангиев образуются споры; В — продолжается выход зооспор; Г — слева опустевший спорангий; выход зооспор из крайнего правого спорангия; Д — отдельные споры гриба.

Сильно действуют против фитофторы и водные растворы тканевых соков растений. Очень интересно, что водный настой из сухих наружных чешуй лука и чеснока (берется 1 грамм чешуи на 10 кубических сантиметров воды) моментально убивает споры фитофторы. Нет сомнений в том, что настойчивые исследователи доведут начатое З. А. Борзовой дело до конца и используют фитонциды в борьбе с фитофторой.

З. А. Борзова — сибирячка. Имя Борзовых хорошо известно не только их землякам — томичам, но и всем садоводам Сибири. Конечно, случайно, но так уж получилось, что опять-таки сибирячка из Томска Нина Андреевна Дубровинская как бы приняла эстафету трудолюбия и энтузиазма в науке из рук Борзовой.

Дубровинскую заинтересовали фитонциды хвойных растений. Работала она не с натуральными фитонцидами, а с изученными химиками отдельными веществами, выделенными из растений, а именно с монометиловым эфиром пиносилвина, выделенным из древесины кедрового стланика. Краткости ради будем называть его ММЭП. В его составе содержатся кислород, водород и углерод. Многие бактерии и грибки, в том числе виновники заболеваний кожи человека и других болезней, а также болезней растений, убиваются этим веществом. Дубровинская воспользовалась электронным микроскопом, чтобы изучить, как умирают под влиянием ММЭП знакомые уже нам грибок фитотрофа инфестанс и дрожжевые грибки родоторула глютинис, выделенные из листьев черной смородины. Теперь ясно стало, какие же части грибков поражаются прежде всего и каковы последовательные этапы умирания этих грибков. Все подробности работы Дубровинской интересны, но скажем лишь о главном. На фотографии (рис. 46, А) представлена часть нормального грибка родоторула, снятая благодаря электронному микроскопу. Увеличение здесь около 40 000. Снаружи видна оболочка. Буквой Я обозначено ядро клетки грибка. На снимок попала приблизительно половина ядра. Ядро одето оболочкой. Видны пять митохондрий. Одна из них обозначена буквой М. Это очень важные части клетки. Без них не происходит дыхания и запасаения энергии для дальнейшей жизни клетки. На фотографии видны изогнутые темные палочки, носящие название эндоцитоплазматического ретикулума — очень сложного устройства (на рисунке ЭР). Так устроена нормальная грибковая клетка.

Если же в питательную среду, на которой растет грибок родоторула, ввести ММЭП, то грибки утратят типичное для них строение (рис. 46, Б). Ядро увеличивается в размере. Оболочка ядра разрыхляется, часто разрывается, как это мы и видим на фотографии, где попали на снимок два грибка, как бы сливающиеся



Рис. 46. Влияние фитонцидов хвойных растений на гриб родоторула (А, Б, В) и на гриб фитифтора инфестанс (Г, Д, Е). (Электронная микроскопия.)

друг с другом. Остатки разрушенной оболочки обозначены буквами ЯО.

На третьей фотографии (рис. 46, В; увеличение то же — около 40 000) хорошо видны измененные формы и размеры митохондрий, а в середине лежит вакуоль — полость с жидкостью. Вместо нормальной сложно устроенной сеточки — эндоцитоплазматического ретикулума мы видим, так сказать, анархию — остатки беспорядочно разбросанных «палочек». Смерть грибка наступила.

Дубровинской посредством электронного микроскопа удалось узнать, как умирает и гриб фитифтора (рис. 46, Г, Д). Здесь также очень большое увеличение: на самом деле клетки фитифторы в 40 000 раз меньше. Присмотримся к рисункам. На рис. 46, Г нормальные клетки фитифторы. Видны клеточная оболочка (КО),

ядра (Я), митохондрии (М), эндоцитоплазматический ретикулум (ЭР). А на рис. 46, Д убитый фитонцидным препаратом грибок. Картина гибели в общем такая же, как и при умирании грибка родоторула.

Однако действительно ли погиб грибок фитофтора? Может быть, эти изменения обратимы и грибок может вернуться к жизни? Попробуем заразить зеленый лист картофеля грибом — дадим на поверхность листа 2—3 капли взвеси клеток грибка. Через двое суток окажется, что контрольные листья (те, на поверхность которых даны капли с грибом, пробывшим до опыта в воде) заболели, о чем свидетельствуют темные пятна и линии (рис. 46, Е), а опытные листья остались совершенно нормальными, хотя на поверхность их также наносились капли со многими грибковыми клетками, но грибки предварительно обрабатывались препаратом ММЭП. Значит, грибки оказались убитыми этим веществом и не заразили листья.

Жизнь, потребности сельского хозяйства заставляют ученых использовать все достижения нашей науки. Я не специалист в этой области, но, мне кажется, не ошибусь, если скажу: пройдет немного времени, ученые и смелые практики откроют много нового в этой области. На моих глазах сотрудник нашей лаборатории В. Г. Граменицкая провела превосходные лабораторные опыты по протравливанию семян хлопчатника. Работы и других ученых наталкивали на мысль использовать фитонциды в борьбе с болезнями хлопчатника.

Хлопчатник, как и всякое растение, имеет свои болезни, виновниками которых являются микробы, приспособленные к его фитонцидам и другим его защитным свойствам. Конечно, приспособленность этих микробов относительна. Известно, что одни сорта хлопчатника поражаются больше, а другие меньше. Выяснено, что наибольшей бактерицидностью обладает клеточный сок тех сортов, которые наиболее устойчивы к заболеваниям. Но совершенно ясно, что если хлопчатник заболевает той или иной болезнью, значит, его собственных целебных сил недостаточно для сопротивления микробам и надо помочь ему фитонцидами тех растений, к которым болезнетворные для него бактерии не совсем приспособились и легко ими убиваются.

В. Г. Граменицкая и пошла в своих исследованиях по этому пути.

Есть у хлопчатника страшная болезнь, вызываемая бактерией мальвацеарум. Это гоммоз хлопчатника, поражающий и листья, и стебель, и коробочки, и волокно во все периоды развития растения. Болезнь эта может приносить огромный вред хозяйству, так как снижает урожай хлопка да к тому же портит волокно.

Основным источником заражения являются семена. Как же протравливают семена, как борются с гоммозом?

Один из способов — обработка серной кислотой или формалином. Специалисты говорят, что это дорого, да к тому же и не всегда обеспечивает успех, потому что бактерии могут находиться не только на поверхности семян, но и внутри их.

В. Г. Граменицкая в своих лабораторных опытах сумела прекрасно обеззаразить семена хлопчатника фитонцидами горчицы, хрена и эвкалипта. Эти фитонциды хорошо убивают бактерий, а всхожесть семян остается высокой.

Как ставятся опыты?

В опытах с водным настоем листьев эвкалипта семена заливались этой фитонцидной жидкостью так, чтобы они были целиком покрыты ею. Семена замачивались в течение часа, после чего их рассыпали тонким слоем и в течение 1,5—3 часов просушивали.

В опытах с горчицей брали 10 граммов сухой горчицы на литр воды, оставляли на сутки при обычной комнатной температуре. Затем фильтровали и получали прозрачный, неточно выражаясь — водный, настой, обладающий хорошими бактерицидными свойствами. В таком настое семена замачивали в течение получаса, а затем на полчаса помещали в обычную воду и после просушивали в течение 2—3 часов.

В опытах с хреном 20 граммов натертого на терке хрена заливали литром воды. Проходят сутки. Теперь можно в таком водном настое хрена замочить семена в течение 5 часов. А как воспользоваться летучими сильно бактерицидными веществами горчицы для протравливания семян?

10 граммов сухой горчицы надо залить 20 кубическими сантиметрами подогретой обычной воды, тщательно растереть и поместить на дно сосуда объемом 2—3 литра. Возьмем теперь 10—15 граммов семян хлопчатника и подвесим в сосуде в марлевом мешочке на расстоянии 40—50 сантиметров над горчицей. Закроем

сосуд. Пусть семена «опаряются» так в течение получаса. Вынем после этого семена, положим на фильтровальную бумагу и оставим на воздухе на 2—3 часа. Вот и вся обработка. С летучими веществами хрена можно поставить подобные же опыты. Надо взять 5—10 граммов растертого хрена и «опарять» семена летучими фитонцидами в течение часа. Для сравнения действия фитонцидов можно обработать другие порции таких же семян серной кислотой или формалином.

Опыты ставились очень внимательно: исследовалось, остались ли микробы и много ли их сохранилось на поверхности и внутри семян; проверяли процент всхожести семян и состояние всходов.

Что можно наблюдать в результате таких экспериментов? Сильно уменьшенное количество бактерий, а в некоторых случаях и полное отсутствие их на семенах, протравленных фитонцидами. В большинстве случаев — более высокий процент всхожести семян по сравнению с контрольными. Вот пример. При обработке фитонцидами хрена и водным настоем горчицы процент пораженных ростков не превышал 26, а при обезвреживании серной кислотой процент этот доходил до 51.

Одновременно В. Г. Граменицкая обнаружила интересное явление. Наблюдая в течение 1—2 недель, она убедилась в оздоравливающем действии фитонцидов на всходы.

В контрольной группе семян всходы были на 70 процентов поражены и погибали в течение недели. За это же время в опытах с эвкалиптами и летучими фитонцидами горчицы и чеснока все всходы оказались здоровыми и, что замечательно, было отмечено более мощное развитие ростков. Длина ростков семян, не обработанных фитонцидами, не превышала 2 сантиметров, а после опытов была в 4 раза больше и доходила до 8 сантиметров!

Есть над чем задуматься ученым и практикам!

Стоит потрудиться над объяснением этих явлений. Было бы грустно, если бы опыты Граменицкой и других ученых остались на долгое время лишь разведывательными, только лабораторными. Но этого не может быть: найдутся новаторы, которые умножат эти опыты в лабораториях и выйдут в поле помогать растениям справляться с их недугами.

Растениеводы вместе с химиками, наверное, получат фитонцидные препараты, без перебоев предохраняющие

семена тех или иных сельскохозяйственных растений от бактериальных и грибковых заболеваний. Но научная мысль развивается в разных, пожалуй еще более интересных, направлениях. Известный ученый профессор Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева Михаил Семенович Дунин является создателем очень оригинальной теории иммунитета растений, о которой, к сожалению, мы не можем здесь написать подробно. Эта теория, однако, не стоит в противоречии с теорией фитонцидов.

М. С. Дунин выдвинул интересную мысль о более надежном способе использования фитонцидов в борьбе с болезнями растений, в частности с фитофторой картофеля. Надо повысить способность развивающегося растения противостоять заболеваниям. Как это сделать? Следует вызвать увеличенную продукцию фитонцидов в тканях картофеля изменением внешних условий. Одним из путей, ведущих к накоплению фитонцидов, является светозакалка клубней.

В лаборатории Дунина клубни картофеля подвергали воздействию солнечных лучей при температуре 15—20 градусов, в результате чего уже через 3—4 дня в поверхностных слоях клубней накапливалось значительное количество фитонцидов, и прорастающий картофель становился более стойким ко многим заболеваниям. Это, конечно, надежнее, чем кратковременно обрабатывать восприимчивые к болезням семена разными антисептиками. Эти рассуждения можно распространить и на животных и на человека. Здоровый организм со своими мощными защитными силами гораздо лучше противостоит действию заразных начал, чем хилый и ослабленный, которому дают лекарственные вещества.

Н. А. Никифорова на Сахалине заражала клубни картофеля знакомым уже нам грибом — фитофторой. Клубни, подвергавшиеся перед тем в течение 5 дней действию солнечных лучей, не заболевали, а обычный картофель заражался полностью. Клубни, подвергнутые светозакалке, хорошо сохраняются в течение зимы. В одном из опытов выяснилось к 10 апреля, что один клубень из семи оказался больным, а из подвергнутых в течение 5 дней светозакалке только один из 30 клубней становился негодным для посадки. Те же клубни, которые прошли 7-дневную светозакалку, почти все оставались здоровыми; к весне всего лишь один клубень из 50 ока-

зывался больным. Никифорова убеждена, что фитонциды защищают клубни от заражения и после высадки в поле, она ссылается на применение светозакалки картофеля в ряде колхозов Белоруссии, Московской и Свердловской областей. Исследовательница оговаривается, что такой путь повышения продукции фитонцидов, делающий растения стойкими к болезням, следует использовать для семенного картофеля, притом главным образом раннеспелых нележких сортов. По этому пути не следует идти в отношении продовольственного картофеля, так как подвергнутые действию света клубни накапливают солианин и иные ядовитые вещества.

Невозможно предусмотреть, в каком направлении будет развиваться творческая мысль новаторов сельского хозяйства, желающих поставить фитонциды на службу полезным нам растениям.

Среди многих возможных путей мыслим и селекционный. Надо попытаться произвести отбор растений на их фитонцидные и витаминные свойства. Нельзя ли таким путем раз в десять — двадцать усилить и без того превосходные фитонцидные и витаминные свойства пищевых растений?

А почему бы селекционным путем не создать виды растений, в десятки и сотни раз более стойкие к болезнетворным бактериям и грибкам?

Профессор Д. Д. Вердеревский вместе со своими учениками не только убедился в большой роли фитонцидов в жизни растений, но и создал на основе учения о фитонцидах новую глубокую теорию иммунитета растений, подтверждающуюся многочисленными опытами выведения сортов растений с высокой продукцией фитонцидов, оказавшихся более иммунными, то есть более стойкими к заболеваниям.

Мне хочется выразить здесь свое восхищение выдающейся деятельностью замечательного ученого Д. Д. Вердеревского и всей его школы. Как это часто бывало в истории науки, необычные, подлинно новаторские идеи Вердеревского об иммунитете растений, смелые, оригинальные предложения о защите растений встречены были пессимистически и не раз подвергались нападкам.

Нелегко пришлось школе Вердеревского бороться за свою теорию иммунитета растений. Но школа победила. Давно бы надо написать для научной молодежи поучи-

тельную, полную романтики историю школы Вердеревского.

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 не обязательны вещества, убивающие бактерий; полезную роль могут сыграть вещества, тормозящие развитие микробов, а могут быть и фитонциды, «отпугивающие» подвижных микробов, вызывающие 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. 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 бактерий или вырабатывали антитела — вещества против внедрившихся бактерий.

Как же защищается зародыш? Этот новый вопрос в науке разрабатывается нашей лабораторией.

Возьмем свежее куриное яйцо. Разобьем скорлупу и выльем осторожно содержимое яйца в блюдо так, чтобы оболочка, имеющаяся вокруг желтка, не порвалась. Приготовимся, короче говоря, сделать хорошую яичницу-глазунью. Блюде перед этим не будем обрабатывать какими-либо веществами, убивающими бактерий. Оставим блюдо 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 загни-

вает! Пройдут сутки-другие, белок начинает подсыхать, но 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 икришке рыбы и т. д.

Почти полвека назад русский ученый профессор Томского университета Лашенков со своими учениками доказал, что в белке куриного яйца содержатся вещества большой бактерицидной 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 не придавать серьезного защитного для человека значения.

Ставили опыты и на коже человека. Наносили на чистую здоровую кожу человека культуру бактерии, называемой «чудесной палочкой». Точное исследование показало, что уже через 10 минут можно обнаружить только одну десятую часть нанесенных бактерий, а через 20 минут останется на коже всего одна сотая часть бактерий. Наносили кишечных, брюшнотифозных и иных бактерий. Результаты в принципе остались такими 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.

Скорее всего, результаты неизбежного «исчезновения» некоторых видов микроорганизмов, оказывающихся на коже человека, следует толковать как действие на них двух «убийц»: не познанных еще антибиотических свойств самой кожи и... фитонцидных свойств бактерий-антагонистов. Выяснено, что на коже человека могут оказаться многие виды бактерий, но нормально, постоянно, без всякого вреда для человека живут только два вида — так называемые дифтероиды и неболезнетворные стафилококки.

Количество бактерий на коже может быть очень различное. Например, в одном из опытов обнаружили на квадратном сантиметре кожи пальца всего 14 бактерий, а на одном квадратном сантиметре кожи спины оказалось 100 000 бактерий. У разных людей и в разных условиях количество бактерий может быть очень разным. Некоторые ученые думают, что постоянно живущие микробы своими фитонцидами встречают враждебно, антагонистически другие, «чужие» бактерии, и подавляют их рост или убивают.

Зоологи располагают огромным количеством фактов об антимикробных свойствах тканей животных. Обнаружены и летучие соединения. Делались попытки и называть их подобно фитонцидам. Так, ленинградский зоолог Л. И. Хозацкий предложил название зоонциды (зоон — животное).

В этой книге не будем останавливаться на антибиотических веществах животных. Скажем только о том, что при распаде животных, при воспалительных процессах выделяются летучие бактерицидные и протистоцидные вещества. Химический состав их неизвестен.

Навряд ли кто-либо может выставить больше возражений нашей гипотезе о роли фитонцидов в природе, чем сами исследователи этой области. Много, очень много еще не разработанного, и нечего тешить себя надеждой на непогрешимость всех изложенных научных взглядов.

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 растений роли и другую роль в жизни растений. Скорее всего, так и есть на самом деле.

В организмах растений или животных вообще нет таких структур и отправления, которые имели бы единственное значение. Сколь разнообразно значение, например, любой кости головы человека. К ним прикрепляются мышцы, у них есть отверстия для сосудов и нервов и т. д. и т. п. Печень у человека имеет более десяти функций, связанных с перевариванием пищи, жизнью крови.

Так и фитонциды. Это — не только «шпаги» в борьбе с микробами. Наверное, большое значение они могут

иметь в терморегуляции растения и в других процессах. Э. В. Морозова, изучая в лаборатории известного иммунолога Л. В. Метлицкого химию растения картофеля, установила, что одни и те же вещества — кофейная кислота и скополетин, с нашей точки зрения являющиеся компонентами фитонцидов, играют важную роль в регулировании состояния покоя клубня картофеля и в его устойчивости к грибку фитогфтора инфестаис.

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. Мечникова. Он открыл, что одноклеточные организмы — протозоа — могут захватывать бактерий внутрь 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 амебы, 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 защите 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, даже если бы и располагали множеством наблюдений, предполагать о существовании защитной роли фитонцидов для растений, если на практике в десятках тысяч опытов исследователи проблемы фитонцидов сталкивались главным образом с микрофлорой, безвредной для растений?

Листья березы не встречаются с инфузориями, а крохлебка 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, губительные для него.

Несмотря на кажущуюся убедительность этого возражения, оно приобретает смысл лишь при условии, если мы проблему невосприимчивости сузим до частного вопроса о патогенных микробах. Об этом мы уже говорили. Совершенно неосновательно предполагать, что эволюция защитных сил, выработка, в частности, фитонцидных свойств растений, шла только в результате непосредственной борьбы данного вида растений с данным микроорганизмом.

Совершенно ясно каждому зоологу, что амеба, скажем, имеет в природе мало возможностей соприкоснуться, например, с дифтерийной палочкой, с туберкулезной бактерией 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, сениую палочку.

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





...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 благодетельные атмосферные элементы, воздействие которых было предоставлено всем.

В. Гете

ВЗАИМНЫЕ ВЛИЯНИЯ РАСТЕНИЙ В ПРИРОДЕ

Может быть, в этой книге мы, не желая того, преувеличили кое в чем значение фитонцидов для жизни самих растений. С другой стороны, беспокойная 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?

О ЛЮБВИ, НЕНАВИСТИ И О РАВНОДУШИИ РАСТЕНИЙ ДРУГ К ДРУГУ

Какое значение имеют летучие фитонциды во взаимной жизни высших растений? Нельзя ли мобилизовать фитонциды на службу сельскому хозяйству?

Утверждают, что дикорастущие растения лугов, лесов, болот менее подвержены болезням, чем представители культурных видов, выращиваемых не в сообществе с другими растениями. Возможно, что в условиях естественных растительных сообществ, когда рядом с лютиком, положим, растет лук, щавель, 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.

Много загадок для науки таят разные типы лесов, лугов, степей. Во взаимном влиянии растений друг на друга, особенно в условиях лесов, пока больше неясного, чем выясненного.

Всем известно, что чистые еловые насаждения после достижения известного возраста почти совершенно лишены трав и подлеса. Не замешаны ли и здесь, наряду с другими обстоятельствами, фитонциды, а также вещества, образующиеся в результате отмирания частей растений? Смоченная подстилка из хвои или водная вытяжка из высушенных еловых игл обладает фитонцидными свойствами.

Сообщим о нескольких, пока еще достаточно загадочных, явлениях из жизни растений, заставляющих специалистов в области фитонцидов идти в своих исследованиях в ином, неожиданном направлении.

Ботаник Н. И. Голубинский стал проращивать 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 подействовали. 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 5-минутное воздействие приводило к остановке прорастания и даже к гибели пыльцы.

Х. Борр и Х. Кролоп проращивали пыльцу растений форзиция и бальзамин в растворе сахарозы. Прорастание проходило плохо. Если же к раствору прибавлять пыльцу некоторых других растений, то в их соседстве прорастание может быть стимулировано (рис. 47).

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

Очень интересную работу провел молодой исследователь Всеволод Соловьев.

В своих опытах он еще ближе подошел к самой природе. В естественных условиях на прорастающую пыльцу могут действовать летучие фитонциды различных органов того же самого растения и всех окружающих растений. Конечно, наибольшее количество фитонцидов, надо думать, дают листья. Соловьев использовал в своих опытах и листья, и верхушечные побеги, и цветы. Исследования не только подтвердили наблюдения Голубинского, но и принесли много нового. Прорастание пыльцы люцерны стимулируют летучие фитонциды овса посевного и житняка; наоборот, фитонциды тимopheевки луговой, полыни понтийской, акации желтой и черемухи обыкновенной явно задерживают прорастание пыльцы люцерны. Фитонциды горчица желтого обыкновенного и осота желтого полевого не оказывают ни стимулирующего, ни тормозящего действия. Летучие фитонциды настурции стимулируют прорастание собственной пыльцы и задерживают прорастание пыльцы другого растения — помидоров. Если заставлять прорасти пыльцу помидоров в атмосфере добавочных летучих фитонцидов этого растения, выделяющихся из раненых листьев, она

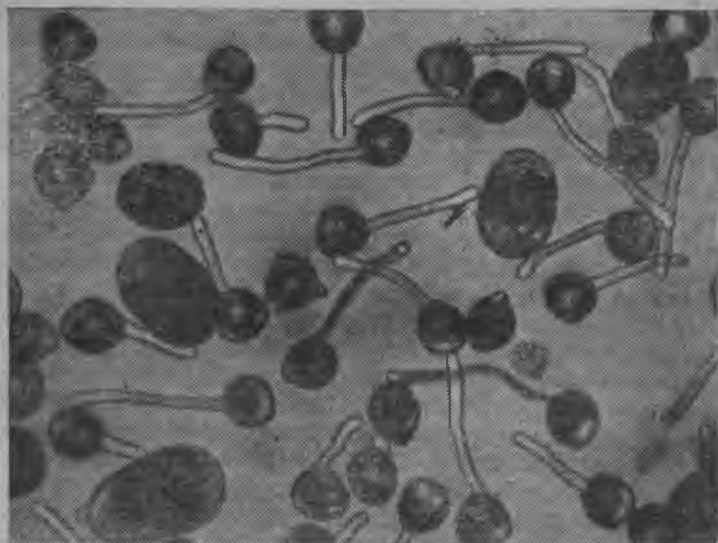
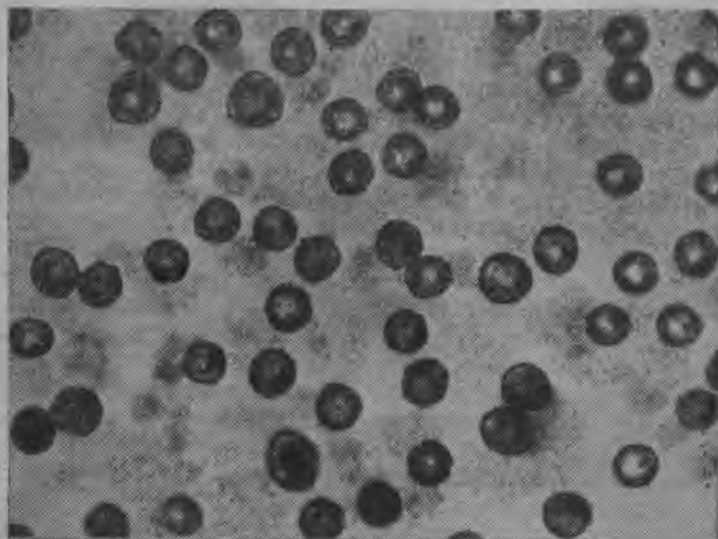


Рис. 47. Прорастание пыльцы форзиции: вверху — пыльца форзиции в растворе сахарозы; внизу — с добавлением пыльцы гусиного лука.

прорастает быстрее, чем контрольная, а прорастание пыльцы настурции, наоборот, задерживается в парáх летучих фитонцидов помидоров. Летучие фитонциды находятся и в самой пыльце. Оказалось, что фитонциды пыльцы рогоза широколистного сильно стимулируют прорастание пыльцы люцерны.

Многое, конечно, еще неизвестно ученым о взаимном влиянии растений при прорастании пыльцевых зерен. Можно ли сомневаться в том, что факты о влиянии фитонцидов на прорастание пыльцевых зерен не случайны, что в природных условиях даже незначительные влияния, тормозящие или стимулирующие, так сказать, умножаясь на сотни и тысячи случаев, могут оказаться важными факторами жизни сообществ. На рыльца цветков может попасть пыльца и от других растений. А опытами установлено, что добавочное чужеопыление может приносить пользу даже самоопылителям. Некоторые ботаники утверждают, что при внутриродственном разведении, например, ржи плодовитость резко снижается, но при добавлении к собственной пыльце чужой пыльцы отдаленного вида, например пыльцы пшеницы или ячменя, неспособная к оплодотворению пыльца ржи приобретает эту способность. Выходит, что и при внутриродственном разведении растения ржи могут сохранить свою плодовитость. Мы еще не знаем, однако, какие химические и иные процессы происходят при этом, и управлять этими явлениями не можем.

Многие ученые придают значение опылению смесью пыльцы. Применение смеси чужой и собственной пыльцы помогает добиться скрещивания двух перекрестноопыляющихся видов. Важно выяснить, как влияет пыльца разных видов растений друг на друга. Опыты по этому поводу ставились. При различном комбинировании пыльцы наблюдалось как стимулирующее, так и угнетающее действие. Будем культивировать пыльцу гаммелиса на растворах сахара, на которых предварительно 1—2 раза проращивали пыльцу. Вначале наблюдается даже повышенный процент прорастания по сравнению с контролем (т. е. по сравнению с пыльцой, проращиваемой на свежем растворе), однако пыльцевые трубки затем растут медленно. Если пыльца морозника прорастает на растворе сахара, в котором до этого дважды культивировали пыльцу лещины, можно наблюдать некоторую стимуляцию роста пыльцевых трубок.

Перед ботаниками встают новые и новые вопросы. Ни одно растение в природе не живет совершенно обособленно от других организмов. Выделение летучих веществ высшими и низшими растениями, наверное, играет очень большую роль в жизни растительных и животных сообществ.

Помимо важнейших природных факторов — питания, дыхания, света, тепла и др. — имеют значение и фитонциды. Не случайно в природе — в разных типах лесов, лугов складываются свои своеобразные растительные и животные сообщества.

Взаимодействие растений в сообществах далеко не исчерпывается влиянием друг на друга выделений веществ типа фитонцидов. Взаимодействие устанавливается на основе использования растениями света, воды, кислорода (в почве), углекислоты (в воздухе), питательных веществ, электричества и т. п.

Но дыхание растений, их способность строить сахара и крахмал из углекислоты и воды, активность ферментов и т. д. — все эти проявления жизни могут сильно изменяться под влиянием выделений растениями фитонцидов.

Сорвем ландыши 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.

Ландыши и нарциссы в разных вазах сохраняются долго, а находясь в одной вазе, скоро увядают. Мак и орхидеи также мешают другим цветам.

Соберем букет разных летних цветов и прибавим к нему резеду. Она вредно подействует на остальные цветы, без нее такой же набор сохранится дольше.

Садовники могут так комбинировать цветы, что они остаются свежими долгое время. Если цветы настурции стоят одни, они остаются свежими в течение лишь одного дня, а вместе с туей они сохраняются в течение

2—3 дней. Тюльпаны остаются свежими вдвое дольше, если в вазу с ними поставить маленькую ветку туи.

Значит ли это, что во всех случаях во взаимодействии цветков главную роль играют летучие фитонциды? Может быть, во многих случаях имеют значение вещества, выделяемые растениями в воду и растворимые в ней? Отмечено, что в состоянии цветения растения более энергично выделяют фитонциды.

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 листовенную поросль.

В нашей лаборатории антоновские яблоки однажды принесли нам серьезную неприятность. Ящики с яблоками принесли в комнату, где стояли в горшках лимонные деревца. Пришлось основательно выругать летучие фитонциды яблок, когда оказалось, что от их воздействия через два дня все листья наших молодых лимонных деревьев опали!

Эти наблюдения нельзя считать новыми и неожиданными. Они подтверждают давно известные факты подобного рода.

Начиная с 1937 года немецкий ботаник Ганс Моляш провел многие очень интересные опыты, в частности с яблоками. При этом он убедился, что яблоки выделяют газ этилен, который влияет на жизнь находящихся рядом растений (рис. 48).

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 1—2 спелых яблока. В обоих случаях банки накроем одинаковыми, достаточно большими стеклянными колпаками. Через несколько суток ветка акации в одной банке будет еще хорошо себя чувствовать, все листочки окажутся целыми, неопавшими. С веточкой же, находившейся по соседству с яблоками, случится нечто странное: все листочки опадут, веточка завянет.

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



Рис. 48. Опадение листьев у желтой акации под влиянием летучих фитонцидов: слева — контроль; справа — после 4-дневного воздействия фитонцидами.

Ученым и практикам давно уже было известно множество случаев влияния растений друг на друга на растоянии. Но лишь в свете учения о фитонцидах многие загадочные факты получили свое частичное объяснение.

Мы говорим «частичное объяснение», так как взаимная жизнь растений — очень сложное явление и фитонциды играют роль лишь одного из многочисленных факторов природы.

Вопросы о взаимном влиянии растений друг на друга очень важны для сельского хозяйства, и хочется думать, что учение о фитонцидах заставит задуматься о более правильном чередовании растений в полях и о смешанных посевах.

Приведем еще примеры влияния растений друг на друга.

Некоторые сорта капусты и фиалки альпийской «ненавидят» друг друга и гибнут, будучи посаженными вместе.

При совместном посеве семян фиалки и ржи прорастает 100 процентов семян фиалки, а при посеве се-

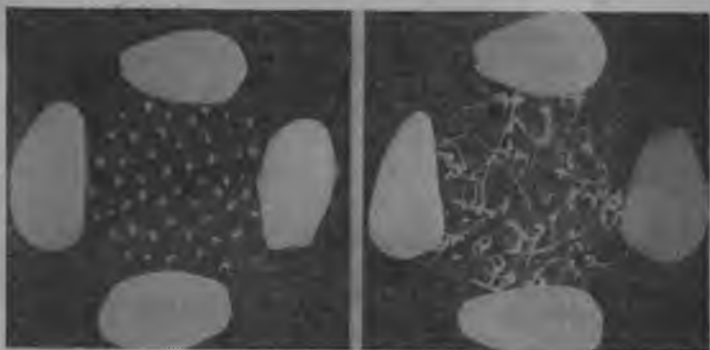


Рис. 49. Прорастание семян мака в присутствии миндаля: слева — задержка прорастания в присутствии горького миндаля; справа — хорошее прорастание в присутствии сладкого миндаля.

мян фиалки и пшеницы ни одно семя фиалки не прорастает.

Вблизи участка с полынью — даже на расстоянии одного метра — наблюдается резкое угнетение роста льна, тмина, шалфея, гвоздики, георгинов.

Корни осины выделяют летучие фитонциды, угнетающие другие породы деревьев, в том числе дуб.

В некоторых случаях выяснено, какие именно вещества, составляющие фитонциды, действуют угнетающе на другое растение. Так, в упоминавшихся случаях вредного действия яблок на другие растения несомненно играет роль газ этилен.

Вредное влияние может оказать синильная кислота, выделяющаяся из многих растений. Из-за нее происходит задержка прорастания семян в природных условиях, что подтверждают и лабораторные опыты. Например, будем проращивать семена мака на влажной фильтровальной бумаге. В одних опытах прорастание семян будет в присутствии сладкого миндаля, выделяющего очень незначительные количества синильной кислоты, а в других опытах — в присутствии горького миндаля. В нем много амигдалина, т. е. вещества, из которого освобождается синильная кислота. В присутствии горького миндаля прекращается прорастание мака (рис. 49).

ИССЛЕДОВАНИЯ М. В. КОЛЕСНИЧЕНКО,
А. М. ГРОДЗИНСКОГО, С. И. ЧЕРНОБРИВЕНКО
И ДРУГИХ УЧЕНЫХ

Начиная с 1950 года в СССР определились очень важные для ботаники и для практики сельского хозяйства направления исследований явлений взаимных отношений растений на основе выделения ими химических веществ. Это уже новая наука, которую можно назвать, как это предложил проф. Ф. Гаузе, «химической биоценологией». Биоценозами называют сообщества растений и животных, связанных в своей жизни существенно важными отправлениями.

Среди оригинальных исследователей в этой новой области изучения жизни растений следует назвать имена С. И. Чернобривенко¹, А. А. Часовенной, А. М. Гродзинского², К. И. Бельтюковой, Г. В. Порущкого, Г. А. Санадзе.

Надо ли говорить о том, что разные ученые (потому они и настоящие ученые!) по-разному изучают вопросы химической биоценологии, имеют разные взгляды и на роль фитонцидов. Есть и важные пункты споров, далеко не во всем мои мысли совпадают с мыслями других исследователей. Но говорю это не из ложной скромности — я не могу считать себя столь же знающим взаимную жизнь растений, как, положим, Чернобривенко, Часовенная, Гродзинский и другие ботаники. Естественно поэтому, будучи несогласным с некоторыми важными мыслями этих исследователей, я полон уважения к ним и восхищаюсь их новаторской работой.

С. И. Чернобривенко — первый советский ученый, собравший сведения из мировой литературы, касающиеся понимания значения в жизни сообществ растительных выделений. Он и сам провел важные полевые и лабораторные наблюдения.

Позанимствуем из его работ факты, говорящие об отношениях между видами сельскохозяйственных растений. Большинство этих фактов Чернобривенко обнаружил в своих собственных опытах.

¹ Чернобривенко С. И. Биологическая роль растительных выделений и межвидовые взаимоотношения в смешанных посевах. М., «Советская наука», 1956.

² Гродзинский А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев, «Наукова думка», 1965.

Чернобривенко привел в табл. 2 и 3 не вообще факты о взаимных влияниях растений друг на друга, а только факты о таких взаимоотношениях, которые, если не целиком, то в значительной степени зависели от действия именно растительных выделений.

Таблица 2

Враждебные отношения между видами сельскохозяйственных растений

Угнетающий вид	Угнетаемый вид	Угнетающий вид	Угнетаемый вид
Рожь озимая	Пшеница озимая	Нут	Огурец
Овес	Люпин многолетний	"	Дыня
"	Люпин узколистный	"	Арбуз
"	Горох	"	Фасоль
Вика	Овес	"	Подсолнечник
Клевер	"	"	Кукуруза
Люпин	Картофель	Фасоль	Кунжут
Нут	"	Пшеница яровая	Пшеница яровая
"	Помидоры	То же	Конопля
"	Баклажаны	"	Рыжик
"	Клещевина	"	Горчица сизая
"	Тыква	"	Лен
Ячмень	Люцерна синяя	Конопля	Анис
"	Нут	Подсолнечник	Фасоль
"	Фасоль	"	Клещевина
Рыжик	Лен	Гречиха	Кукуруза
Горчица сизая	Клещевина	Тыква	"
"	Конопля	Канатник	Клещевина
"	Нут	Помидоры	Кенаф
Конопля	Кенаф	Лук	Огурцы
"	Нут	Репа	Фасоль
			Помидоры

А вот собранные Чернобривенко факты о враждебных отношениях между видами деревьев и кустарников (табл. 4).

И. С. Остапенко в результате своих опытов получил интересные данные о взаимоотношении сорных и культурных травянистых растений в посевах (табл. 5).

**Благоприятные отношения между видами
сельскохозяйственных растений**

Изучавшийся вид	Вид, на который он действует неугнетающе или благотворно	Изучавшийся вид	Вид, на который он действует неугнетающе или благотворно
Нут	Горчица сизая	Фасоль	Лен (на семена)
"	Рыжик	"	Чина
"	Пшеница яровая	"	Подсолнечник
"	Ячмень	"	Кориандр
"	Лен (на волокно)	"	Тыква
"	Конопля (посконь)	"	Дыня
Фасоль	Клещевина	"	Арбуз
"	Конопля	"	Огурец
"	Картофель	Фасоль акони- толистная	Горох
"	Помидоры	Горох	"
"	Баклажаны	"	Картофель
"	Горчица сизая	"	Люцерна синяя
"	Суданка	Пшеница яровая	Тыква
Чечевица	Люцерна синяя	То же	Огурец
Картофель	Ячмень	Кукуруза	Клещевина
Пшеница яровая	Дыня	"	Фасоль
То же	Арбуз	"	Нут
"	Соя	Кенаф	Конопля
"	Кунжут	"	Клещевина
"	Клещевина	Горчица белая	Горох
Конопля	Подсолнечник	Лук репчатый	Цикорий
Подсолнечник	Конопля	Цикорий	Лук репчатый
Клещевина	Горчица сизая	Майоран	Морковь
"	Нут	Кервель	Редис
"	Фасоль	Кресс-салат	"
"	Кукуруза		

Враждебные отношения между видами деревьев и кустарников

Угнетающий вид	Угнетаемый вид	Угнетающий вид	Угнетаемый вид
Вяз	Дуб	Ясень пушистый	Дуб черешчатый
Ильм	"	Вяз мелколистный	То же
Берест	"	Дуб	Сосна
Бук	"	Клен ясенелистный	"
Ясень	"	Береза	"
Береза	"	Тополь канадский	"
Осина	"	Осокорь	"
Ель	"	Осина	"
Орех	"	Акация белая	"
Акация белая	Дуб черешчатый	Бузина	"
Тополь	То же	Вяз мелколистный	обыкновенная
Ясень обыкновенный	" "	Шелковица белая	Акация желтая
Шелковица белая	Сосна обыкновенная	Акация белая	Шелюга (ива)
Софора	Ясень зеленый	Сосна	Шелюга красная
Клен ясенелистный	" "	Сосна крымская	Акация желтая
Дуб черешчатый	" "	Ель	Клен татарский
Дуб скальный	" пушистый	"	Сирень
Сосна	" "	Вяз мелколистный	Шиповник морщинистый
Береза	Ель	Лавр	Виноград
Осина	"	Орешник	" "
Бук	Береза	Кипарис	Цитрус
Клен татарский	Свидина	Чершня	Яблоня
Клен ясенелистный	Катальна		
Бузина красная	Тополь бальзамиче- ский		

Взаимоотношение сорных и культурных травянистых растений в посевах

Растения	Угнетают	Стимулируют
Культурные растения		
Пшеница яровая	Марь многосемянную, василек синий	Просо, мелкопестник канадский
• озимая	Пырей ползучий, марь многосемянную	Вьюнок полевой, мелкопестник канадский
Гречиха	Пырей ползучий	Вьюнок полевой, редьку дикую
Лен	Осот синий	—
Овес	Марь многосемянную	Редьку дикую
Вика и овес	Пырей ползучий	Редьку дикую, осот синий, хвощ полевой
Люпин желтый	Вьюнок полевой	Редьку дикую
Сорные растения		
Хвощ полевой	Пшеницу яровую	—
Редька дикая	Гречиху, лен, вьюнок полевой	—
Рыжик	Лен	—

Все эти факты были известны еще до 1956 года, когда Чернобривенко написал свою книгу. А за последние десятилетия в науке появилось много новых важных данных.

Не будем обсуждать вопросы, в которых я не являюсь специалистом и могу вместе с читателями наделать ошибок. Но назвать большие проблемы мы обязаны. Среди них поднимающаяся время от времени проблема смешанных посевов.

Ботаник В. Л. Комаров в 1931 году писал: «Человечество когда-то, очень давно, остановилось совершенно случайно на определенных методах земледелия, садоводства и животноводства; методы эти хотя и хороши,

но не согласны с теми путями, которыми идет в создании общего урожая природа. Не так давно был предложен метод монокультуры, метод противоестественный, он быстро распространился, но дал плохие результаты, и от него отказались, вступив на путь плодосмена, на путь комбинирования во времени нескольких культур. Почему не сделать еще шаг вперед и не комбинировать в культуре несколько растений не только на одном поле, но и одновременно? На Дальнем Востоке мне пришлось видеть комбинированные культуры гречихи с опийным маком, кукурузы с огурцами и фасолью. Урожай с такого участка получался двойной».

Так ли это? Все ли верно в этих рассуждениях с точки зрения современной науки?

Смешанные посевы осуществляются во многих странах, да и у нас в СССР. На Украине иногда высевают среди картофеля фасоль или бобы конские, выращивают кукурузу в смеси с фасолью или тыквой. В Молдавии нередко кукурузу возделывают вместе с картофелем, тыквой, фасолью и соей. Практикуются смешанные посевы в Грузии и в Средней Азии. Кажется, однако, все это недостаточно выяснено в научном отношении, и пока мало точных сведений о значении в смешанных посевах выделений растениями фитонцидов.

Читатель помнит некоторые примеры. Приведем еще. Овес угнетает бобовые культуры, но некоторые растения помогают бобовым. И. С. Гаврилов сообщает (1952), что в колхозе «Красный мак» Ленинского района Московской области урожайность семян гороха в чистом посеве составила 17 центнеров с гектара, а в смеси с горчицей белой — 22 центнера.

Интересны наблюдения С. И. Чернобривенко. Между рядами гнезд с посаженными в них желудями были высеяны нут, чечевица, гречиха, овес и дыня. Эти растения, пишет Чернобривенко, размещались таким образом, что рядок гнезд желудей с обеих сторон окаймлялся полосой (шириной около двух метров) одной из этих пяти культур. Сеянцы дуба лучше всего росли в окаймлении нута и дыни, а хуже всего около гречихи и овса. К середине октября на дубках, находившихся между полосами овса, половина листьев была уже пожелтевшей, а на дубках, росших по соседству с другими культурами, все листья в это время были еще зелеными. По высоте и толщине сеянцы дуба, росшие по сосед-

ству с гречихой и овсом, к концу осени были заметно меньше дубков, находившихся подле других культур.

Не следует думать, что все это объяснимо лишь влиянием летучих фитонцидов. Вероятно, действует большое число факторов, но какая-то роль, конечно, принадлежит и фитонцидам.

Биологическая наука близка к тому, чтобы сказать свое слово земледельцам относительно того, какие растения надо выращивать вместе, а какие растения «ненавидят» друг друга благодаря выделению антагонистических фитонцидов.

Большие принципиальные вопросы А. М. Гродзинский ставит о том, как влияют летучие выделения на жизнь другого растения. Какое значение они имеют в формировании почвы, в повышении или понижении ее плодородия, в отпугивании или привлечении вредных насекомых, опылителей? После уборки на полях остаются огромные массы урожая в виде корней, ботвы, половы, соломы. При наличии сорных растений или культур на зеленое удобрение в почву запахивают все 100 процентов массы. «Возникает вопрос, — пишет А. М. Гродзинский, — не содержатся ли в этих материалах вредные, тормозящие рост вещества, которые могут снижать урожай или ухудшать качество продукции последующих культур?»

В опытах А. М. Гродзинского и других ученых так и оказалось.

Явление фитонцидов следует учитывать в связи с вопросами так называемого почвоутомления, чередования культур в севооборотах, правильного использования почвы в парниках и теплицах, при выращивании растений в жидкостях и т. д.

Растения влияют друг на друга не только выделениями летучих фитонцидов, но и малолетучих веществ — подземными и надземными частями.

Конечно, не все то, что выделяет растение во внешнюю среду, должно называться фитонцидами. Листья растений выделяют не только летучие фитонциды; из них выделяются и нелетучие вещества, смываемые осадками. В науке они носят название гуттационных жидкостей. Фитонцидные свойства их начали уже исследовать. Выделять такие жидкости способны очень многие растения. У некоторых, однако, капли с листьев редко стекают, и навряд ли они играют важную роль в жизни



Рис. 50. «Плачут» листья земляники.

растительных сообществ. Другие же растения, наоборот, дают обильное количество стекающей с листьев жидкости. Таковы, например, помидоры, маки, камыш, хвощ полевой, ива пурпурная, пырей ползучий, овсяница луговая, ячмень, рис и др.

Ботаники думают, что утренние росы на травах и деревьях выделяются самими растениями. Иногда, например, у злаковых наблюдается такое обильное выделение жидкостей листьями, что их сравнивают с дождем. Во всех ли случаях гуттационные жидкости обладают фитонцидными свойствами, — этот вопрос еще далек от выяснения, как неясен вопрос и значение такого «илича» растений в их взаимных отношениях (рис. 50).

Во многих странах заинтересовались этими явлениями. Очень интересные и обширные работы проведены начиная с 1936 года Гансом Молишем, Герхардтом Грюммером и другими. Книга Грюммера переведена на русский язык¹.

¹ Грюммер Г. Взаимное влияние высших растений — аллелопатия. М., Изд-во иностранной литературы, 1957.

Интересные работы проводят наши советские ученые С. И. Чернобривенко¹ — в Днепропетровске, А. А. Часовенная — в Ленинграде и другие. Передовые практики, не дожидаясь результатов лабораторных экспериментов, уже пытаются сознательно использовать фитонциды в интересах получения более высоких урожаев. Я сообщу о таких попытках.

Каждый читатель понимает, однако, что не всякий случай, приводимый в этой книге, должен служить какой-то непререкаемой инструкцией. Агроном совхоза «Семеновод» Алтайского края Г. А. Высоцкий сообщает о следующем.

На свекловичных плантациях, засоренных молочайником и осотом полевым, нередко можно наблюдать плешины размером до 100, 200 и даже 1000 квадратных метров. Сахарная свекла на этих местах находится в сильно угнетенном состоянии или полностью погибает, а сорняки (молочайник и осот полевой) оказываются нормально развитыми. Следовательно, рассуждает Высоцкий, угнетенное состояние свеклы нельзя объяснить ни сильным затенением ее сорняками, ни перехватыванием питательных веществ сорняками. Однако очевидно и то, что угнетение и гибель свеклы — результат неблагоприятного влияния осота и молочайника. Они оказывают угнетающее влияние также на кукурузу, пшеницу, картофель. Кукуруза под действием этих сорняков не кустится и не плодоносит.

В чем же дело? Специальными опытами доказано, что в этих явлениях имеют значение фитонциды, выделяемые сорняками. В других полевых опытах Высоцкий выяснял, какое влияние оказывают предшественники на рост и развитие моркови. Предшественниками моркови в его опытах были лук репчатый, пшеница, картофель и черный пар. Лучшими предшественниками для моркови оказались лук батун и репчатый, давшие значительную надбавку урожая моркови, к тому же морковь приобрела невосприимчивость к заболеванию белой гнилью (склеротиния) и серой гнилью (ботритис). При закладке семенников моркови на зимнее хранение пересыпка моркови мукой, приготовленной из ботвы лука (в количестве 5 килограммов на тонну семенников),

¹ Чернобривенко С. И. Биологическая роль растительных выделений и межвидовые взаимоотношения в смешанных посевах.

обеспечивает невосприимчивость моркови к заболеванию белой и серой гнилью в течение 5 лет. Может быть, впоследствии удастся внести какие-либо поправки в сообщение Высоцкого, уточнить, пересмотреть его советы, но нельзя не радоваться смелым новаторским поискам практиков.

ОПЫТЫ А. А. ЧАСОВЕННОЙ

А теперь мы обратимся к исследованиям доцента Ленинградского университета Анны Александровны Часовенной.

На основании огромного количества лабораторных опытов и полевых наблюдений Часовенная пришла к заключению, что растения, произрастающие в сообществе, действительно оказывают влияние друг на друга выделяемыми ими фитонцидами. Влияние это может быть очень разнообразным. Выделяющиеся фитонциды могут непосредственно действовать на другое растение, задерживая или прекращая рост побегов и корней. Но могут быть и очень сложные, косвенные влияния: например, фитонциды одного растения могут действовать на микробов, обычно поселяющихся на подземных частях другого растения, от которых зависит его жизнеспособность. Фитонциды данного растения могут оказывать угнетающее действие на одни виды растений, и те же фитонциды могут, наоборот, стимулировать жизнедеятельность других видов растений. Фитонциды тимьяна Палласа вызывают общее угнетение тимофеевки луговой (снижают процесс всхожести семян, задерживают рост побегов и корней), тогда как на клевер красный они вначале не оказывают заметного влияния и лишь в дальнейшем задерживают появление первого листа. Летучие вещества цмина песчаного угнетают рост корней овсяницы луговой, но не оказывают заметного влияния на ее побеги, они же стимулируют рост побегов и корней райграса высокого и тимофеевки луговой. Фитонциды очитка едкого немного угнетают рост корней тимофеевки луговой, не оказывая заметного влияния на ее побеги, но стимулируют развитие побегов и корней овсяницы луговой.

Фитонциды разных видов растений оказывают различное влияние на один и тот же вид растения: одни угнетают, другие стимулируют, а третьи не вызывают изменений.

Фитонциды могут по-разному действовать на стеблевую и корневую части зародыша семени одного и того же вида растений; угнетать рост и развитие корней, не влияя или слабо влияя на рост и развитие побегов; угнетать рост и развитие побегов, слабо влияя на рост корней. Но может и не быть избирательного действия, а фитонциды могут угнетать или стимулировать рост и развитие всех органов.

Угнетающим или стимулирующим действием обладают не только эфиромасличные растения, но и такие, как очиток едкий, коровяк черный, цмин песчаный и др. Наибольшим действием обладают фитонциды многих видов растений в период их цветения, и особенно в летние полуденные безоблачные дни. Но и поздней осенью некоторые растения выделяют мощные фитонциды. Таковы телекия, таволга вязолистная и др. У некоторых растений, например борщевика сибирского, самым сильным фитонцидным действием обладают семена. Рассыпаясь в значительном количестве на поверхности почвы, они могут оказывать большое влияние на всходы и жизнеспособность других видов в сообществе. «Познание растительных сообществ и управление ими невозможно без учета роли фитонцидов», — говорит А. А. Часовенная.

Присмотримся к фотоснимкам результатов опытов Часовенной. На рис. 51 с левой стороны сфотографировано растение — ежа сборная, не подвергавшееся влиянию фитонцидов других растений. Назовем его контрольным. Как отстали в развитии от этого растения те, которые росли в атмосфере летучих фитонцидов икотника серого, тысячелистника благородного и полыни горькой!

При действии фитонцидов икотника снижается всхожесть семян ежи сборной; почти полностью приостанавливается рост корней. Фитонциды тысячелистника еще более резко снижают всхожесть семян и приостанавливают рост побегов и корней ежи. То же мы видим и при действии летучих фитонцидов полыни.

Другой пример дается на рис. 52.

Как действуют летучие фитонциды разных растений на тимopheевку луговую? Чтобы легче сравнивать длину побегов и корней в разных случаях прорастания, на фотографии слева нарисована линейка, расстояние между каждыми двумя цифрами которой равно одному сантиметру. Летучие фитонциды цмина песчаного стимулируют рост побегов и корней тимopheевки; побеги стано-



Рис. 51. Процент всхожести семян и угнетение роста ежи сборной под влиянием летучих фитонцидов других растений:
 1 — контроль (76%); 2 — влияние икотника (61%); 3 — влияние тысячелистника благородного (37%); 4 — влияние полыни (41%).

вятся выше, а корни длиннее. Фитонциды очитка едкого, как видно на фотографии, не оказывают заметного влияния на побеги и лишь немного угнетают рост корней, а фитонциды тимьяна Палласа заметно угнетающе действуют на тимофеевку, особенно на ее корни. Еще сильнее угнетают тимофеевку фитонциды полыни горькой. Любопытно, что на всхожесть семян указанные фитонциды не оказывают особого влияния.

А вот перед нами овес (рис. 53). Слева сфотографирован контрольный овес, развивавшийся без соседства



Рис. 52. Процент всхожести семян тимофеевки луговой и ее рост под влиянием летучих фитонцидов других растений (сфотографировано через 11 дней после начала опыта):
 1 — контроль (98%); 2 — цмин (95%); 3 — очиток (99%); 4 — тимьян Палласа (82%); 5 — полынь (97%).



Рис. 53. Изменение длины корней и побегов овса в смешанных посевах с ячменем и пшеницей:
 1 — контроль; 2 — посев через зерно; 3 — посев через ряд.



Рис. 54. Длина корней и побегов пшеницы в смешанных посевах с ячменем (средний рисунок) и овсом (правый рисунок):
 1 — контроль; 2 — посев через зерно; 3 — посев через ряд.

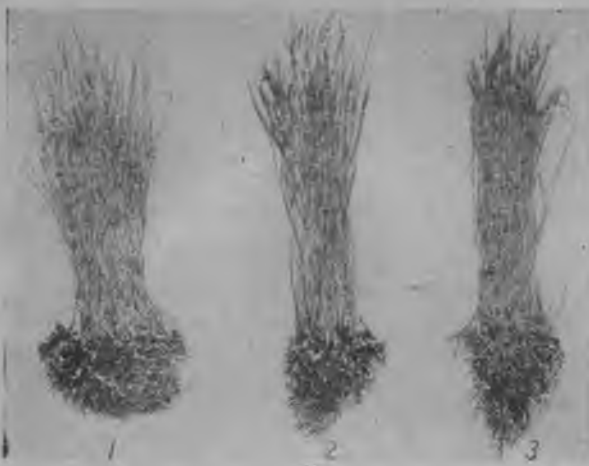


Рис. 55. Ячмень в смешанных посевах с пшеницей (в центре) и с овсом (справа):
1 — контроль; 2 — посев через зерно; 3 — посев через ряд.

с другими растениями, а рядом овес, высеянный вместе с ячменем (средний рисунок) и яровой пшеницей (рисунок справа). Как сильно овес угнетается своими соседями! Особенно вредно влияют корневые выделения ячменя и пшеницы на корни овса. Пшеница же не испытывает вредных влияний от овса и ячменя, что видно на рис. 54. Корни и побеги ее так же хорошо развиваются, как и у контрольных растений.

А как ведет себя ячмень в смешанных посевах с пшеницей и овсом? Это показано на рис. 55. Нетрудно убедиться, что в смешанных посевах с пшеницей (средний рисунок) и с овсом (рисунок справа) корни ячменя более мощные, чем у контрольных растений. Рожь, растущая вместе с клевером, опять-таки имеет более мощные корни, чем растущая особняком.

Выходит, что для ячменя присутствие пшеницы и овса не только не вредно, но даже полезно: корни ячменя развиваются лучше, чем у контрольных растений. А клевер красный испытывает сильное вредное влияние ржи. Клевер красный рос в междурядье ржи сорта Вятка. Ширина междурядья 30 сантиметров. Чтобы яснее видеть, оказывают ли растения друг на друга влияние своими фитонцидами, опыт был проведен в специальных

условиях. Почвой служил чистый кварцевый песок, в который питательные вещества и вода для растений вносились в полном достатке. Растения клевера, стоявшие близ рядков ржи, были сильно угнетены: они низкорослые, листочки у них мелкие, корни слабые, маловетвистые, клубеньки на корнях едва развивались или совсем отсутствовали. В середине же междурядья растения клевера крупные, с мощно развитыми надземной и подземной частями.

Посмотрим теперь на рис. 56. Летучие фитонциды, выделяющиеся из измельченных листьев шалфея поникающего, не оказывают заметного влияния на рост и развитие овсяницы луговой, тогда как фитонциды икотника серого и шалфея лугового стимулируют рост побегов.

Какие длинные корни по сравнению с контрольными растениями! Много и других интересных наблюдений сделано Часовенной.



Рис. 56. Рост овсяницы луговой под воздействием летучих фитонцидов: шалфея поникающего (второй слева); икотника серого (второй справа); шалфея лугового (крайний справа):

1 — контроль; 2 — овес + шалфей поникающий; 3 — овес + икотник серый; 4 — овес + шалфей луговой.

О результатах ее опытов можно судить по рис. 57. Выглядит этот рисунок скучным, но присмотритесь к нему, и он о многом расскажет. Вполне оправдывается высказанная в начале главы мысль о том, что между растениями в природе и в посадках устанавливаются отношения и «любви», и «ненависти», и «равнодушия».

Надо думать, что выделяющиеся при прорастании семян фитонциды не только защищают это развивающееся растение, но могут способствовать жизни и других проростков, находящихся поблизости.

Нам вспоминается в этой связи спор между сторонниками посадки дубов одиночными желудями и сторонниками гнездового способа — посадки несколькими желудями. Посмотрим, не имеют ли отношения к этим спорам фитонциды? В нашей лаборатории доказано, что желуди дуба при прорастании выделяют в почву очень действенные антимикробные вещества. При совместной посадке нескольких желудей возможна взаимопомощь на основе выделения фитонцидов. Навряд ли это решающий фактор успеха нормального прорастания, но все же создается большая гарантия успеха в жизни проростков, в деле противодействия микробам. Однако вскоре уже неизбежно начнется конкуренция проростков за условия развития, и победителями окажутся одни или немногие, тогда как развитие остальных будет подавлено.

Из опытов на других растениях следует сделать вывод о том, что излишки взаимопомощи могут пойти во вред. Вот один пример наблюдений А. А. Часовенной. В лабораторных условиях в чашки были высеяны зерна ржи сорта Вятка. В первом случае два зерна удалены в чашке друг от друга на 10 сантиметров, а во втором случае посеяны загущенно: в такую же чашку диаметром 15 сантиметров было положено около 300 зерен. Результаты опытов представлены на рис. 58. В левом сосуде мы видим растения ржи, посеянные при разреженном способе посева, а в правом — при загущенном. Не пошли впрок фитонциды: их выделялось слишком много, да к ним прибавились еще и фитонциды микроорганизмов; обилие фитонцидов вызвало угнетение роста.

В лабораторных опытах легко убедиться в том, что летучие фитонциды одного вида растений могут погубить вполне здоровые растения другого вида. Например,

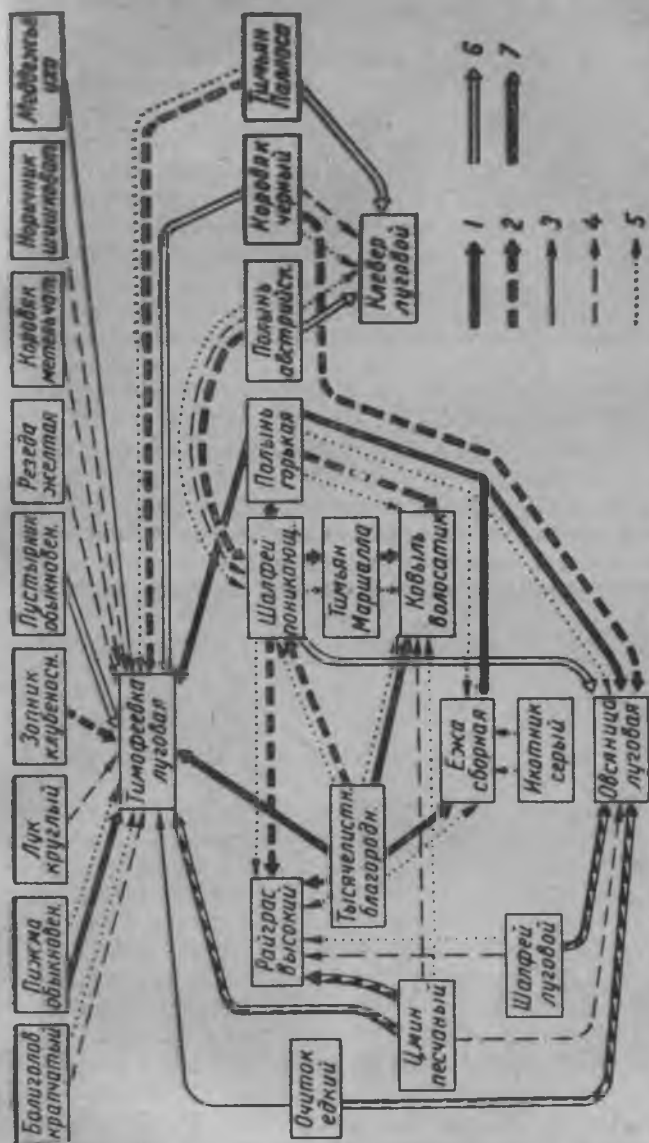


Рис. 57. Примеры «равнодушия», «любви», «ненависти» растений друг к другу:

1 — прерывает или сильно угнетает рост корней; 2 — угнетает рост корней; 3 — угнетает рост побегов, но не угнетает рост корней; 4 — угнетает рост побегов, стимулирует развитие побегов и корней; 5 — прерывает или сильно угнетает рост побегов; 6 — угнетает рост побегов; 7 — угнетает рост побегов, стимулирует развитие побегов и корней.



Рис. 58. Растение ржи сорта Вятка: слева — произрастание в разреженном посеве; справа — произрастание при чрезмерном загущении.

выделяющиеся летучие фитонциды из семян борщевика вызывают уже в первые два часа воздействия увядание листьев традесканции, а затем и гибель их (рис. 59). Посмотрим на рис. 60. Это черенки растения



Рис. 59. Листья традесканции: верхний ряд — листья подвергнуты влиянию фитонцидов борщевика. Листья потемнели, они мертвые; нижний ряд — контрольные нормальные листья.



Рис. 60. Черенки эшеверии: справа — находящиеся в воде, к которой прибавлено 0,5 г плодов борщевика; слева — контрольные черенки.

эшеверия. Почему растение в правом стакане почти лишено корней? В такую же, как и в левом стакане, воду прибавлены всего 0,5 грамма плодов борщевика. В левом, контрольном стакане, куда не прибавляли плодов борщевика, растение чувствует себя превосходно!

Подобное действие фитонцидов борщевика выявили и другие исследователи. Так, Г. Е. Жамба установила, что летучие фитонциды из плодов борщевика Сосновского угнетают прорастание семян редиса и зерновок пшеницы. Рост coleoptилей пшеницы как на свету, так и в темноте тормозился в 100 процентах случаев. Подвергнутые действию летучих фитонцидов проростки пшеницы имели искривления и укороченные coleoptили.

□ □ □

Есть выражение: «ничто не ново под луной». Его употребляют, подшучивая друг над другом, и ученые, когда хотят сказать о каком-либо открытии, что давно

уже кто-либо другой предвидел это открытие или уже даже обнаруживал что-либо подобное в природе. Стоит вспомнить эту поговорку и при рассказе о взаимном влиянии растений друг на друга.

С. И. Чернобривенко указывает, что еще Феофраст, родившийся за 370 лет до нашей эры, был уверен в губительном влиянии одних растений на другие. Он приводил пример губительного влияния лебеды солончаковой на люцерну древовидную. Почему это происходит? — спрашивал он и отвечал, что причиной является «запах».

Живший в I веке нашей эры Плиний Старший писал: «Деревья могут убивать друг друга тенью или теснотой и отнимая питание. ...Природа некоторых растений такова, что они не убивают, но причиняют вред примесью своего запаха или сока; так, например, редька и лавр вредны для винограда. ...Не любит виноград также и капусты и орешника, и если они находятся поблизости, становится хилым и болезненным. ...Но есть некоторые особенности у тени различных деревьев: тень ореха грецкого тяжела и вредна как для головы человека, так и для окружающих это дерево растений».

Ошибался ли Плиний в частности, это требует проверки, но мысли его в целом правильны. Крестьяне еще в давние времена натолкнулись на факты, которые только в наше время становятся предметом внимания ученых.

Наверное, не за горами то время, когда наука поможет агроному, лесоводу, луговоду — всем, кто в этом заинтересован, управлять жизнью растительных сообществ, поможет использовать фитонциды для повышения урожая злаковых и иных растений. Но не надо преувеличивать роли и без того удивительных веществ — фитонцидов. Совместная жизнь растений — очень сложная жизнь: растения связаны друг с другом на основе питания, дыхания и других важнейших проявлений жизни.





...Чем более подвигается наука в изучении причин болезней, тем более выступает то общее положение, что предупреждать болезни гораздо легче, чем лечить их.

И. И. Мечников

МЕДИЦИНА

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.

Мы живем не в те времена. Современное состояние науки и техники столь блестяще, а возможности, созданные плановым социалистическим хозяйством, столь изумительны, что каждое открытие или изобретение в любой области науки вызывает новые и новые открытия и изобретения в соседних областях знаний и каждая вновь обнаруженная в природе подробность незамедлительно используется в интересах человека. Открытие фитонцидов касается обширной группы явлений — взаимоотношений между микробами, животными и растениями.

Везде, где необходимо бороться с теми или иными микроорганизмами, так или иначе могут заинтересоваться фитонцидами. Сообщу несколько случаев использования фитонцидов в практике. Но все, о чем 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.

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

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

И сейчас уже под силу осуществлять задачу уничто-

жения личинок малярийных комаров, освободиться 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 на всем земном шаре наука будет служить только мирным целям. Придет время, когда человечество уничтожит во всех закоулках земли вредных микробов, в какой-то мере простерилизует земной шар. Но это будущее.

Пока же перед врачами стоят трудные и благородные задачи предупреждения болезней и лечения их.

О НАРОДНОЙ МЕДИЦИНЕ

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, применяя целебные вещества растений и животных.

В нашей стране, а может быть, и во всем мире, лучшим знатоком лекарственных растений и истории медицины является выдающийся ленинградский ученый Адель Федоровна Гаммерман. Она 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. Хинная корка — народное средство индейцев.

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

В древности врачи использовали солнечные лучи, минеральные вещества и, несомненно, фитонциды растений.

Известно, что еще древнеегипетские врачи, не имея никакого представления о бактериях, находили в природе

¹ Горицвет используется в медицине в качестве сердечного средства.

какие-то очень мощные бактерицидные вещества, умели великолепно предохранять от гниения трупы, мумифицировать их.

Конечно, нет надобности возвращаться к далекому прошлому человечества. Но в свете современных научных данных, в частности в свете исследований по фитонцидам, многое из прошлого народной медицины представляется интересным, не лишенным практического значения и на сегодняшний день.

СЕКРЕТ „СПЯЩЕЙ КРАСАВИЦЫ“

В 1963 году весь мир облетела весть об уникальной археологической находке: близ Рима обнаружен саркофаг с телом 7—8-летней девочки, погребенной около 1800 лет назад. У маленькой красавицы сохранились мягкие ткани, прелестные брови, ресницы, коса; за полуоткрытыми губами — совершенно белые зубы; в ее черепе обнаружены остатки мозга. Такая исключительная сохранность тела действительно достойна удивления. Ведь речь идет о временах, когда никакого представления ни о микробах, ни об истинной причине гниения и плесневения, конечно, не было. Приемы уничтожения микробов найдены во второй половине XIX века благодаря научным открытиям Пастера и Мечникова. Тогда же английский врач Листер впервые в истории хирургии применил при операции большого марлевую повязку, смоченную карболовой кислотой. С тех пор прошел бурный период успехов медицины, биологии, физики, химии, и... все-таки мы кое-чего не понимаем в искусстве мумификации древних врачей. В наше время мумификатор удаляет почти все мягкие ткани, сильно изменяет оставшиеся ткани химическими средствами и создает безмикробную среду в саркофаге.

Древние врачи несомненно использовали при мумификации фитонциды.

Искусство мумифицирования неоднократно менялось на протяжении столетий, и нам неизвестны подробности. Вероятно, как правило, внутренности трупа и мозг вынимали, труп тщательно обмывали и клали на длительное время в раствор соли. После этого высушивали. Внутренние полости набивали глиной, песком и обильно вносили ароматические смолы, а также лук. Затем

обматывали мумии полотняными бинтами, пропитанными смолами.

Профессор микробиологии Ф. В. Хетагурова изучала бактерицидные свойства неизвестных смолистых веществ, применявшихся древними египтянами при бальзамировании трупов. Из египетского отдела Государственного Эрмитажа (в Ленинграде) ей дали кусочки тканей, найденных вместе с трупом фараона, бальзамированного три тысячи лет тому назад. Хетагурова посеяла бактерии на питательный агар и положила кусочек ткани. В окружении ткани бактерии не размножились, образовалась стерильная зона!

Возвратимся к «спящей красавице». Ученые, изучая ее, высказали много догадок. Они уверены в том, что по восточным обычаям тех времен тело было обмыто в пальмовом вине, сезамовом масле и покрыто нарезанным луком. При вскрытии саркофага красавицы, как пишут об этом присутствовавшие медики, в лицо ударил острый аромат неведомых трав. Медики решили, что при бальзамировании были применены неизвестные консервирующие вещества.

Доктор Де Дзордзи — химик из римского института судебной медицины — говорил: третий день моя ладонь, на которую на конце булавки нанесли крошечную каплю бурой жидкости, пахнет чуть хвоей, немного какими-то неведомыми цветами. Эту жидкость мы извлекли из ткани, которой была обернута девочка. При бальзамировании она была запелената в трехслойную ткань — шелковую и две льняные.

По мнению врачей, основой неизвестных жидкостей, использованных при бальзамировании, был экстракт из эвкалиптов. Как попали экстракты эвкалиптов — обитателей Австралии — в руки римских врачей, сказать трудно. Может быть, эта девочка была знатной египтянкой, оказавшейся в Риме? Над ней был совершен обряд, который не практиковался в Риме. Если действительно при бальзамировании девочки были использованы фитонциды эвкалиптов, то это очень интересно в свете современных данных. Ленинградка В. Я. Родина давно доказала, что бактерии, нанесенные на листья эвкалиптового дерева, погибают от выделяющихся фитонцидов. А другая ленинградка доктор С. Я. Хлопонина успешно лечила панариции (гнойные воспаления пальцев) экстрактом из листьев эвкалиптов. Этот экстракт применялся

врачами даже для обеззараживания брюшной полости при перитонитах.

Как только не используются фитонцидные свойства эвкалиптов! Ингаляции, примочки и промывания при заболеваниях верхних дыхательных путей, в лечении ран, в гинекологической практике, используются для оздоровления малярийных местностей и др. Антимикробные свойства разных эвкалиптов, по-видимому, в общем одинаковы. С. А. Вичканова сообщила в 1971 году, что антибактериальные свойства эвкалипта прутьевидного не уступают свойствам эвкалиптов шаровидного и пепельного. Он подавляет рост золотистого стафилококка, кишечной палочки, дизентерийной амебы и других микроорганизмов. Как увидим впоследствии, фитонциды подавляют вирус гриппа.

Не случайно название «эвкалипт». По-русски это слово означает «хороший воздух». В Австралии эвкалиптовые деревья зовут «деревьями чудес», «деревьями жизни»... Да и лук, который применялся древними врачами, неплохое растение!

Открытие фитонцидов проливает некоторый свет на искусство мумификации древними врачами.

Становится понятнее, например, настойчивое использование народной медициной в разных странах в течение столетий в качестве лекарственных растений, обладающих мощными фитонцидными свойствами. Не случайно 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 развитие. 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.

Открытие фитонцидов никак не было связано с народной медициной. Но теперь, спустя более сорока лет, многочисленные исследования позволяют нам смело сказать больным: бойтесь знахарей, не прибегайте к их «всезнайству», вы можете погубить себя! Читатель поймет нас, когда мы в то же время смело говорим ученым-врачам: помните, что все полезное в современной медицине добыто и гениями науки и многими поколениями

никак не отмеченных в книгах талантливых тружеников народной медицины прошлых веков; помните, что в народной медицине все еще имеется богатейший кладезь мудрости, выстраданный человечеством в борьбе с болезнями в течение длинного пути донаучной медицины. Вот почему свою книгу о фитонцидах, изданную в 1942 году¹, я посвятил великому сыну французского народа Луи Пастеру и неизвестным труженикам народной медицины.

И в настоящее время научная медицина должна присматриваться к народной медицине. Примером этому служит интересное научное событие, связанное с народным средством — «маральим корнем». Это корни растения левзеи. Олени маралы осенью, перед наступлением брачных боев, охотно поедают корни этого растения. Около двадцати лет назад ученые-медики доказали, что не случайно инстинкт гонит оленей к растению левзеи: оно тонизирует организм, усиливает его жизненные функции. Теперь в широкой медицинской практике при лечении человека используют целебные свойства левзеи с той же, в сущности, целью, с какой инстинктивно использует это растение и олень.

Не будем стыдиться подражания оленям. За миллионы лет эволюции животные в своей жизнедеятельности были неразрывно связаны с растениями. Выбатывались и инстинкты, которые нам еще очень неясны. Почему, например, заболевшая собака бежит искать растения? Нужно изучить поведение собак при болезнях. Это не зазорно для ученых.

Открытие фитонцидов проливает некоторый свет на полное загадок преклонение народной медицины перед могущественным лечебным действием многих растений. Становится понятным, в частности, почему в разных странах в течение многих и многих столетий и тысячелетий пользовались луком и чесноком как лечебным средством.

Древние египтяне более четырех тысяч лет назад лечили луком и чесноком многие болезни. Фараоны приказывали давать рабочим, строившим пирамиды, большое количество чеснока. Чесноку придавалось такое значение, что египтяне клялись чесноком.

¹ Токии Б. П. Бактерициды растительного происхождения (фитонциды). М., Медгиз, 1942.

Древние египтяне знали о целебных свойствах нескольких сотен растений: алоэ, акации, аниса, белены, льна, лотоса, мака, мяты, можжевельника, дурмана, клещевины. У древних египтян более чем за 4 тысячи лет до нашей эры в долине реки Нила луки и чесноки возделывались на больших плантациях.

Индусская, китайская и тибетская медицина широко использовала лук и чеснок как лекарственные средства. Русские славяне великолепно знали целебные свойства лука и чеснока.

Известно, как дорого ценили лук в средние века, в эпоху крестовых походов. В 1250 году французы выменивали своих пленных у сарацинов по цене восемь луковиц... за человека. Какая вера была в лук! Какой «народно-медицинский» фанатизм! Впрочем, луки и чесноки и в наше время столь удивляют ученых, что слушатели моего выступления по радио в Киеве, кажется, простили меня за то, что я патетически произнес: «Я атеист, но утверждаю: все растения развивались по Дарвину, только чеснок да лук создали боги!»

Удивительна «вера» в целебные силы чеснока. Великая певица Антонина Васильевна Нежданова в 1915 году заболела дифтеритом. В своих воспоминаниях она пишет: «В течение двух месяцев дифтерийные палочки держались. Однажды я поела всласть чеснока (как украинка, я имею к нему пристрастие), и это оказалось самым лучшим средством. На другой же день анализ показал полное отсутствие палочек. Я всегда признавала и признаю прекрасное действие чеснока на организм»¹.

Особенно внимательно следует изучать богатейшее наследие тибетской медицины, народной медицины Индии. В древней тибетской медицине было восторженное преклонение перед растением. Вот одна из страниц учебника тибетской медицины: «Однажды я слышал, что говорилось так. Существует сооруженный из пяти родов драгоценностей несравнимый чертог — местопребывание отшельников, город лекарств, именуемый Ненаглядным. Убранством этого чертога являются украшения многообразными драгоценными лекарственными снадобьями. При помощи этих драгоценных снадобий исцеляются 404 недуга... умеряются воспалительные

¹ См. кн.: «Антонина Васильевна Нежданова». М., 1967.

болезни и согревается болезненный озноб; приводятся в доброе согласие 80 000 немощей и исполняется по желанию все задуманное. На южной стороне этого города, на горах, именуемых Нэбтелухчи и исполненных сил солнца, расположен сад с растениями сенбруота (гранат), налишам (черный перец), библии (перец), изидрага (стручковый перец) и прочими лекарственными, уничтожающими озноб. Ароматом этих благовонных, красивых и приятных лекарств, целебными свойствами коих исполнены их корни, стволы, ветви, листья, цветы и плоды, уничтожаются у всех болезней ознобы.

На северной стороне этого города, на горах, именуемых Цасату и исполненных сил луны, расположен сад с растениями узадам, агару, нимба, кетур (камфарное дерево) и прочими лекарственными, уничтожающим жар».

Конечно, в народной медицине всех стран много ложной религиозной таинственности и невежества, но есть и такие удачные лекарства, передававшиеся из поколения в поколение, что приходится только удивляться тому, как без всяких знаний о сущности болезней люди могли напасть на эти средства.

Кто не знает, например, что не так давно еще в народной медицине дореволюционной России, когда в деревнях врачи мало кому были доступны, пользовались для лечения раи листьями подорожника. Сорвут пыльный лист, кое-как оботрут его и прикладывают к ране. Кажется, что может быть наивнее и ненаучнее! Всегда есть риск занести бактерий в рану. А в 1953 году рижский врач М. Русман доказала, что фитонциды листьев подорожника обладают бактерицидными свойствами, что можно приготовить из подорожника бактерицидный препарат и лечить им гнойные раны, длительно незаживающие язвы и другие заболевания.

Встает интересный, огромной важности вопрос: почему среди растений оказываются тысячи видов, имеющих лечебное 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 человека и животных, но и много 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 прямоходящее разумное существо. Мы не можем точно сказать, когда появились эти первые разумные существа, первые люди. Важно лишь подчеркнуть, что долгое время 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 было всего менее 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 отправления 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; расти-

тельный мир продолжает быть богатым арсеналом известных и неизвестных целебных для человека веществ и сильных ядов.

Все новые и новые лекарственные вещества извлекают ученые из растений. Пожалуй, самый разительный пример дают так называемые алкалоиды (от арабского слова «алкали» — щелочь и греческого слова «ейдос» — подобный). Все они не безобидны для человека, им свойственно сильное физиологическое действие, влияющее на многие жизненные отправления. Это и морфий (морфин), и кофеин, и никотин. Одни алкалоиды расширяют просветы кровеносных сосудов (атропин), другие возбуждают дыхание (лобелин), а некоторые расслабляют мышцы (тубокурарин). Стрихнин, эфедрин, кодеин — десятки, сотни алкалоидов вошли в обиход медицинской практики.

КАК ВРАЧИ ИСПОЛЬЗУЮТ ФИТОНЦИДЫ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Почти половина всех лекарственных средств, допущенных в нашей стране, это вещества высших растений. Около 2 процентов падает на лекарственные препараты, получаемые из грибов и бактерий (антибиотики). Более 80 процентов всех лекарств при болезнях сердца — растительного происхождения. Кстати сказать, ученые убедились в последние годы, что растения, издавна используемые медициной как лекарственные при разных болезнях, оказались в той или иной степени бактерицидными. Попробовали изучать лекарственные растения, произрастающие в Узбекистане. Из 45 растений 33 оказались с такими фитонцидными свойствами, что убивают бактерий тифо-дизентерийной группы. Среди них — ажгон, анис, мята перечная, шалфей, конопля и др.

1941 год.. Тяжелая военная зима. Советские врачи вместе со всеми гражданами до предела напрягали свои силы для помощи армии. Все достижения медицины были использованы для лечения раненых воинов.

Лет сто тому назад 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, существует ведь едва 90 лет.

В первый же год войны благодаря трудам советских медиков было использовано все, чем располагала медицина. Стал остро вопрос о новых антисептиках, и здесь в поисках их врачи столкнулись с трудностями. Медицине требуются не просто вещества, убивающие бактерий. Ведь не польешь серной кислотой или концентрированной сулемой рану, не введешь их в большой кишечник. Антисептик, убивая бактерий, 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 патологоанатом 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 кашицу, 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 летучими фракциями фитонцидов. История открытий показывает, что нередко проходит значительный период, прежде чем лабораторное исследование становится достоянием практики... Обыденные растения, тысячелетиями взращиваемые человечеством, в частности лук и чеснок, дают в руки врача неизмеримо более мощное орудие в борьбе с патогенными микробами и паразитическими простейшими, чем многие популярные антисептики. 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 чеснок и лук некоторым общепризнанным агентам, препаратам золота и других металлов, если последние уступают по своим свойствам веществам, созданным эволюцией самой природы.

Теперь, спустя много лет, можно спокойнее взвешивать все удаchi 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 применялся при лечении сепсиса, гонорей 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.

Получено вещество из низшего растения, принадлежащего к актиномицетам, обладающее свойством убивать и таких микробов, которых пенициллин не убивает, а именно: палочки туляремии, бруцеллы и туберкулеза. Вещество это названо стрептомицином. Давно уже проведены широкие клинические исследования стрептомицина для использования при ряде заболеваний, в том числе при туберкулезе.

Фитонцидам высших растений значительно менее повезло. 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.

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

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.

Сколько угодно примеров можно привести в доказательство этого. Летучие фитонциды апельсина и лимона в 40—50 раз сильнее убивают болезнетворных для человека бактерий, например дизентерийную палочку, чем бактерий, болезнетворных для растений, например бактерию цитрипутеале, вызывающую болезнь лимонного, мандаринового и апельсинового деревьев.

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: хрен, лук, горчица, чеснок и др. К этим растениям не приспособленными оказались наиболее злые для человека микробы — дизентерийная палочка, брюшнотифозная 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) бессилён в отношении ряда бактерий, совершенно нестойких к фитонцидам пищевого растения — чеснока. Фитонциды чеснока убивают возбудителей брюшного тифа, паратифов, дизентерии, холеры, виновников гнойных воспалений среднего уха, гнойных процессов в легких, гнойных кожных ран; фитонциды чеснока убивают многих бактерий, вызывающих 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 хрен. Понятен большой интерес, проявляемый медициной к фитонцидам пищевых растений.

Многие болезни пытались лечить фитонцидами. Мы приведем лишь отдельные примеры. Ни о каких подробностях, представляющих интерес для врачей, мы здесь говорить не будем. Само собой разумеется, читатель не найдет здесь рецептов лечения тех или иных болезней. Без назначения 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 (Новосибирск), профессор Т. Д. Янович (Томск), профессор С. Я. Блинкин (Кишинев) и 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, освободив его от остатков клеток, от всяких твердых частичек. Но оказалось, что сок действует на бактерий 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 сконцентрированы в 10—60 раз больше по сравнению с естественным соком. Разведенный дистиллированной водой в 1000 раз, сативин остается сильнейшим ядом для дифтерийной бактерии, холерных вибрионов и туберкулез-

ной 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 300 детей младшего возраста вылечили эти смелые исследователи-новаторы.

Большого внимания заслуживают исследования В. Г. Граменицкой и Е. М. Данини. Они доказали, что фитонцидные препараты из антоновских яблок, листьев и плодов черной смородины, из корней очень распространенных растений калгана и кровохлебки, препараты из плодов кизила и из желудей дуба великолепно убивают дизентерийных микробов. Этими препаратами уже заинтересовались врачи. Да и как не заинтересоваться препаратами из обыкновенных антоновских яблок! Их фитонциды убивают и такие дизентерийные палочки, которые приспособились к лучшим современным противодизентерийным средствам — к особым химическим веществам, сульфаниламидным препаратам — сульфатиазолу и другим.

Посеем такие «злые», устойчивые ко многим лекарствам виды дизентерийной палочки на питательную среду. Займем таким посевом не всю чашку, а только один участок, который на рис. 61 обозначен как контрольный участок 4. Напротив него на таком же приблизительно участке посеем таких же микробов, но подвергшихся действию убийственного для многих видов дизентерийной палочки препарата — сульфатиазола 1. На остальных двух участках чашки посеем тех же бактерий, но находившихся в препарате из антоновских яблок 3 и калгана 2. Создадим теперь самые хорошие температурные условия для роста дизентерийных палочек. Пройдет 12 часов, и мы будем удивлены поразительным результатом: роскошный рост в контрольном и сульфатиазольном участках и полное отсутствие роста бактерий, обработанных препаратом из антоновских яблок и калгана! Даже испытанное очень хорошее лекарственное средство — сульфатиазол — оказалось бессильным в отношении этого вида дизентерийной палочки, а обыкновенное антоновское яблоко убивает ее!



Рис. 61. Дизентерийные микробы, обработанные препаратом из антоновских яблок и калгана, погибли.

Удастся ли широко использовать в медицине фитонциды антоновских яблок, покажет будущее. Хорошо уже и то, что наука все более и более узнает свойства пищевых растений: витаминные, фитонцидные и др. И среди непищевых растений обнаружены фитонциды, хорошо убивающие дизентерийную палочку. Таково травянистое растение бадан (рис. 62). Особенно интересным оказалось растение, известное под названием кровохлебки (рис. 63). Почти на всей территории нашей страны растет это лекарственное растение.

Кладезь драгоценнейших веществ нашли биологи, химики и врачи в иглах и коре хвойных деревьев, особенно в пихте. Ленинградец лесотехник В. Солодкий вместе с другими специалистами предложил использовать в народном хозяйстве отходы от переработки хвойных растений. Много раз упоминаются в нашей книге их чудесные фитонцидные свойства. Они содержат большое количество витаминов, и вполне оправдано было использование веток хвойных деревьев в трудные годы Великой Отечественной войны. От одной сосны можно получить до 10 килограммов хвои, а из них получить столько витамина С, что его хватит для человека на весь год.

Еще более драгоценна хвоя кедра, издавна используемая как противочинготное средство.

В. Солодкий доказал, что в отходах лесной промышленности (в хвое, в ветках и в коре) за один год теряется четыре миллиона килограммов витамина С, 150 тысяч килограммов каротина, тысячи килограммов фитонцидов! Теперь широко используются фитонцидные и иные свойства хвойных: готовят хвойные экстракты для ванн, лесную пасту Солодкого, которую



Рис. 62. Бадан.



Рис. 63. Кровохлебка.

используют для лечения ран, ожогов и т. п. Антимикробные свойства хвойных растений удивляют даже исследователей фитонцидов. Так, смолы и живицы хвойных растений действуют в отношении бактерий дифтерии бактерицидно в столь высоких разведениях, что превышают активность многих биологических антисептиков — пенициллина, грамицидина и др. Александра Витгефт доказала, что уже в первые минуты соприкосновения с экстрактами коры пихты дифтерийные палочки убиваются.

Ленинградский биохимик профессор П. А. Якимов с известным всей стране хирургом профессором

Н. И. Петровым приготовили из живицы сибирской пихты препарат — лечебный бальзам, который они с большим успехом применяли в годы Великой Отечественной войны для лечения ран. Этот препарат обладает и бактериоубивающими свойствами и способностью стимулировать регенерацию тканей.

И после своей смерти хвойные продолжают служить людям. При особых условиях, которые оказались хороши на побережье Балтийского моря, образуется янтарь. Это прелестное вещество — подарок людям от прародителей теперешней сосны, живших миллионы лет назад. Янтарь — это измененная, окаменевшая в песках смола хвойных.

Известный ленинградский микробиолог и ботаник профессор Фатима Васильевна Хетагурова утверждает, что фитонциды не только предохраняют живые ткани растений от размножения в них микробов, но одновременно поднимают жизненный тонус растения. Когда изменяются нормальные условия жизни растения, когда оно травмируется или происходит заражение его бактериями или грибами, тогда выделяются особенно бурно фитонциды, но они, как предполагает Хетагурова, оказывают не только антимикробное действие, но поддерживают растение, как бы оживляют его. Ведь продукция фитонцидов не может происходить обособленно от других физиологических процессов.

Хетагурова провела исследование янтаря в лабораторных условиях и в условиях открытого и закрытого грунта. Что же оказалось? Янтарь сохраняет летучие фитонциды, но что особенно интересно, он на расстоянии стимулирует рост растений. Это его свойство оказалось намного сильнее используемой в практике сельского хозяйства янтарной кислоты. Посмотрите, говорит Хетагурова, на растительный мир Прибалтики! Это родина крупнейших залежей янтаря. Здесь на песчаной почве, в условиях не так уж благоприятных, растительные организмы чувствуют себя, в густых зарослях, очень хорошо. Янтарю принадлежит несомненно большая роль. Янтарь, эти «слезы» хвойных деревьев, не только одна из благороднейших драгоценностей, украшающих женщин, но и стимулятор жизни растений.

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 микрообубивающие вещества переваривались слюной, желудочным и кишечным соками. Вопрос этот в значительной мере разрешен А. И. Лопаковой, которая изучила взаимодействие фитонцидов хрена, чеснока, лука, редьки и корней кровохлебки со слюной и желудочным соком. Микрообубивающие 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. Бликин в Кишиневе. Он получил фитонцидные препараты из винограда и черной смородины. Энтузиаст-ученый военный врач Иван Ефимович Новиков (в г. Саратове) разработал оригинальный новый способ лечения заразных желудочно-кишечных заболеваний и некоторых заболеваний легких. Он совершенно отошел от обычных способов в медицине — от порошков, от целебных жидкостей, даваемых больному в пищу, от лекарственных веществ, вводимых в кровь. Новиков лечит больных исключительно летучими фитонцидами. Он изобрел прекрасный аппарат, который позволяет врачу подавать больному непосредственно в легкие и в кишечный тракт только летучие фитонциды, притом в точно определенных количествах.

Летучие фитонциды, вводимые аппаратом Новикова непосредственно в кишечник, в короткие сроки убивают дизентерийных микробов и возвращают больному здоровье. Сам Новиков под постоянным строгим контролем других врачей, сомневающихся в новом способе лечения, излечил 1500 больных заразными желудочно-кишечными заболеваниями!

Эволюция бактерий в некоторых отношениях происходила весьма благоприятно для человека. В кишечнике здорового человека всегда есть бактерии, которые называются кишечными палочками. Известно более полусотни различных 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 бы погибла. Кстати сказать, при нормальном состоянии организма кишечная палочка не представляет никакой опасности. Более того, ученые доказывают, что эти бактерии полезны для человека. Выработан даже своеобразный способ лечения дизентерий — приемами в пищу препарата из кишечных бактерий. Кишечные палочки являются врагами дизентерийных бактерий и, как думают некоторые ученые, помогают человеку в борьбе с болезнью.

Вопросы о жизни бактерий, низших грибов и простейших внутри организмов разных животных давно интересовали ученых, особенно вопросы симбиоза — такого сожительства, которое полезно и микроорганизмам и хозяину организма.

Как в желудочно-кишечном тракте человека существует сообщество (биоценоз) микроорганизмов, сложившееся за миллионы лет развития организмов людей и наших предков, так, наверное, не существует ни одной птицы, ни одной лягушки, вообще ни одного вида животного, в теле которого мы не смогли бы обнаружить эволюционно сложившееся сообщество микроорганизмов, отнюдь не вредное, а совершенно нормальное. Ученые нашли 125 видов микроорганизмов, постоянно встречающихся в пищеварительном тракте водяной крысы, у ондатры их 79, у полевки-экономки — 49 и т. д.

Многие из этих микроорганизмов играют важную роль в иммунитете организмов-хозяев, так как благодаря своим фитонцидам они могут подавлять размножение болезнетворных микробов, если они попадают в организм. Нормальная микрофлора пищеварительного тракта в организме здорового животного участвует в пищеварении организма-хозяина, в образовании витаминов и аминокислот и, как уже говорилось, в защите организма от болезнетворных бактерий. Превосходную книгу об этом написал И. Н. Гриценко («Микрофлора мелких млекопитающих Западной Сибири». Новосибирск, 1971).

Дизентерийная палочка менее приспособилась к фитонцидам пищевых растений — чеснока, лука, хрена, горчицы. Это обстоятельство дает современной медицине большие возможности для смелых исследований по лечению фитонцидами дизентерии 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», «необычных», «оригинальных» лекарств медицине приходится возвращаться к некоторым средствам, используемым давным-давно народной медициной. Если врач вместе с биологами и химиками в настоящее время использует на основе научных данных обыденные растения, то это значит, что медицина 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 у раненых воинов. Никакие другие средства не помогали, а летучие вещества, выделяющиеся из только что приготовленной кашицы лука, излечивали.

Оригинальный способ лечения гнойных ран фитонцидами чеснока предложил молодой саратовский ученый доктор А. В. Колодин. Приготавливается сок чеснока. В стеклянном сосуде сок помещается так, что улетучивающиеся фитонциды поглощаются физиологическим раствором, т. е. водой, в которой растворена поваренная соль определенной концентрации. И вот эта вода с солью, содержащая летучие фитонциды, оказалась превосходным средством при лечении ран и ожогов, а также некоторых видов язв — трофических и варикозных. Способ простой: на рану кладется марлевая салфетка, смоченная препаратом Колодина.

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

По пути Коца пошли и другие врачи, притом с немалым успехом, например, доктор Г. А. Мустафаева в Баку, сделавшая под руководством профессора

М. Я. Полуянова очень полезные наблюдения. Чем только не лечили хронические гнойные заболевания среднего уха во времена «допенициллиновой эпохи». Использовали и физические, и химические способы, и электротерапевтические, и грязелечение, и хлоротерапию и т. д. Окрылили надежду специалистов по уху, горлу и носу открытия антибиотиков из низших растений. Их прекрасный «бенефис» иродолжался не один год. А затем все больше давала знать о себе адаптация болезнетворных микробов к новым антисептикам. Повысился интерес к фитонцидам высших растений. В 1969 году опубликовала свое исследование Г. А. Мустафаева. Способ лечения очень простой и доступный. Луковицы чеснока очищали от сухих листьев, измельчали, а затем механическим путем в фарфоровой ступке превращали в кашицу. Ее выжимали через марлевую салфетку. Полученный сок чеснока разбавляли в 10 раз. После тщательного туалета уха закапывали в наружный слуховой проход 5—8 капель водного разведения сока чеснока. Голову больного направляли в противоположную сторону. Через 10—15 минут капли сока чеснока выливали из уха. Более чем половина больных хроническим гнойным отитом выздоровела, а у более чем пятой части наступило значительное улучшение! Всего больных было 104, из них 67 страдали более десяти лет. Снова и снова приходит мысль: надо ли быть чванливым в свете безусловно прекрасных достижений современной науки и техники, надо ли гиушаться очень простых «народных» средств?

Известный ученый украинский академик Виктор Григорьевич Дроботько со своими учениками получил очень хороший лекарственный препарат из фитонцидов растения зверобоя произеннолистного, названный иманнном.

Кто не знает этого растения? Оно изображено на рис. 64. Произрастает это растение повсеместно.

Зверобой — старинное народное лечебное растение. Отварами и настоями из него лечили желудочно-кишечные заболевания. Очень простым способом можно получить из тканей этого растения лекарственный фитонцидный препарат — иманин. Это порошок темно-коричневого цвета, он не боится сильного нагревания. Иманин — не одно какое-либо вещество, а целый комплекс: дубильные вещества, хлорофилл и иные. Раствор его в воде обладает лечебными свойствами.

На сорока видах микроорганизмов ученые доказали бактерицидное действие иманина — на стафилококках, стрептококках, вишневниках дизентерии, туберкулеза, коклюша и на многих других бактериях. Так, через 4 часа, независимо от количества стафилококков, микробов дифтерии и коклюша, все они умирают при действии иманина. Грибки же не поддаются вредному действию иманина. Устойчивы к иманину и простейшие, они даже лучше размножаются в его растворах, правда, в случае небольших концентраций. Врачи заинтересовались свойствами иманина, к тому же



его можно подавать больному организму в очень удобных для медицины формах — и в виде растворов (в воде, в спирте), и в виде мазей, и в виде порошка. Различные болезни удается лечить иманином. Острый насморк проходит уже через несколько часов после дачи больному иманина. Успешно борются иманином с гнойными воспалениями уха, и особенно поразитель-

Рис. 64. Зверобой пронзеннолистный.

ных успехов врачи добились при лечении ожогов. Иманин способствует восстановлению утраченных тканей. При лечении им ожогов не остается обезображивающих рубцов.

Мне довелось самому видеть человека, спасенного иманином после очень тяжелого ожога. А вот случилось несчастье с двухлетним ребенком: вся нижняя половина туловища и обе ноги были обварены кипятком. Одна треть всей поверхности тела оказалась обожженной! В очень тяжелом состоянии ребенок был доставлен в больницу с температурой более 39 градусов, с пульсом 130 ударов в минуту и с плохим состоянием крови. Незамедлительно было начато лечение иманином. Уже на третий день состояние кожи улучшилось, температура и

кровь стали нормальными, а через 12 дней организм с помощью иманина полностью справился с тяжелым повреждением трети всего тела!

Бакинский врач Ш. Р. Сафарли использовала для лечения глазных заболеваний две группы веществ — фитонциды чеснока и лука и... нефти! Напрашивалась мысль воспользоваться бактерицидными и ускоряющими регенерацию тканей фитонцидами лука и чеснока для лечения роговицы глаза после ожогов. Но эти вещества обладают сильно раздражающим действием. Как же их подать с лечебной целью в такой нежный орган, как глаз? Врачи нередко уменьшают раздражающее действие лечебных веществ заключением их в масляные взвеси.

Сафарли и решила взять для смягчения раздражающего действия чеснока и лука нафталанскую нефть, которая сама по себе, по наблюдению многих хирургов, обладает лечебными свойствами. Так была создана фитонцидно-нафталановая эмульсия. О ней с благодарностью будут вспоминать больные, которым угрожала потеря зрения. О трагическом происшествии может рассказать девушка, которой 20 октября 1954 года во время работы попала в правый глаз известь с синькой. После незамедлительного промывания глаза осталось много мелких частиц извести в переходной складке и по углам глаза. Веки у этой больной были красные, отечные, текли слезы, свет раздражал, роговица была фарфорово-белого цвета, сосуды глаза казались черными. Анализ показал, что глаз загрязнен бактериями. Стал лечить фитонцидно-нафталановой эмульсией. 5 ноября больная выписалась. Глаз был спокоен, совершенно нормален.

У другой женщины случилось не меньшее несчастье: во время работы лопнула бутылка с нашатырным спиртом, и жидкость попала ей в глаза. Больная едва видела. А через восемь дней лечения по способу Сафарли женщина выписалась почти совершенно здоровой. Лечение роговиц глаз после ожогов фитонцидно-нафталановой эмульсией, по данным Сафарли, более чем в половине случаев заканчивается уже в течение пяти дней — заметно быстрее, чем при лечении другими, уже давно испытанными хорошими средствами. Конечно, при всяком новом открытии возможны увлечения и простительные преувеличения. Сделаем скептическую поправку и

к открытию Сафарли, но согласитесь со мной, читатели, что такие врачи, как Сафарли, достойны похвалы за научную инициативу, за настойчивое желание мобилизовать на службу человеку новейшие открытия в биологии.

Мне довелось видеть не раз доктора Шамсинур Рауфовну Сафарли. Она была участницей всесоюзных совещаний ученых, занятых фитонцидами. Ее глаза сияют, когда она говорит о врачебной деятельности, о науке, о фитонцидах. Она вылечила своим способом несколько сотен людей с язвами роговой оболочки и ожогами глаз.

Разными дорогами идут исследователи; проходят месяцы и годы, новые опыты и мысли побеждают прежние, и все равно каждый энтузиаст науки входит в историю, если даже его имя будет забыто новыми поколениями ученых. Наука делается людьми, и, как говорил виднейший биолог нашей страны М. Д. Рузский, каждый деятель науки, большой или маленький, — это звезда. Одни ученые — яркие, большие звезды, а другие светят поменьше, но также светят, и, если врачи, подобные Сафарли, бескорыстно и самоотверженно трудятся на научной ниве, спасая больных, такие врачи — звезды!

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

В Саратове профессор А. М. Фой, в Омске А. С. Пшеничникова, в Виннице профессор Г. В. Тутаев, ленинградские, харьковские ученые, медицинские работники в иных городах излечили тысячи женщин от болезни, называемой «трихомонадным кольпитом», при которой в половых путях сильно размножается одноклеточный организм трихомонас вагиналис (рис. 65). 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 воздействия

летучими фитонцидами лука и чеснока. Это дало возможность Лесникову попробовать лечить фитонцидами — и успешно — такие болезни, как трихофития, микроспория, парша 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 осложняется и тем, что паразитические грибки растут так, что проникают в глубь кожи, — значит, требуется, чтобы вслед за ними проникали фитонциды или другие лечебные средства.



Рис. 65. Паразитическое простейшее — вагинальная трихомонада.

Трудно предвидеть все пути использования фитонцидов. Могут они пригодиться, например, и врачам-рентгенологам и радиологам. Дело в том, что при лечении злокачественных опухолей рентгеновыми лучами и радиоактивными веществами иногда требуются большие порции их, а выносливость к лучам здоровых тканей, также почти неизбежно облучающихся, нередко очень слабая. На этой почве развиваются новые болезни — лучевые поражения. Медицина располагает многими способами усиливать заживление тканей при поражении кожи, слизистого эпителия кишок, влагалища, мочевого пузыря и других органов, но не останавливается, естественно, на достигнутом и ищет новые способы лечения. Оказалось, что фитонциды желудей дуба и корней кровохлебки могут быть очень хорошими средствами¹. Вот один из случаев. У больной после облучения появилась язва, через 14 месяцев она была размером

¹ Щербина М. Г. Профилактика и лечение лучевых повреждений кожи и слизистых фитонцидами. — «Вестник рентгенологии и радиобиологии», 1955, № 5.

3×4×1,5 сантиметра. Больная страдала от сильных болей, принимала наркотики; умирающие ткани издавали сильный неприятный запах. Многие средства были испытаны, но они не помогали. Что же спасло больную? Фитонциды дуба! Уже после третьей повязки, смоченной вытяжками из желудей, уменьшились боли, язва стала очищаться, через 10 дней она явно начала заживать, а через 1½ месяца почти совсем зажила. У других больных уже на 3—4-й день после лечения фитонцидами организм справлялся с лучевыми поражениями.

Сделаны удачные попытки найти и химически чистые вещества, которыми можно лечить трофические язвы. Например, утверждают, что очень хорошим лечебным действием обладает сангвинарии — алкалоид из растений хохлатка Ледебура и хохлатка Северцова.

Современная медицина использует порошки, мази, вводит в больший организм различные жидкие лекарственные средства. По пути получения стойких препаратов идут и исследователи фитонцидов.

Но уже и сейчас вырисовываются большие возможности использовать для лечения и предупреждения болезней летучие фитонциды. А. Ф. Гаммерман, изучив народную медицину разных стран, пришла к убеждению, что, в сущности, уже очень давно для лечения и предупреждения различных заболеваний использовались именно летучие фитонциды растений, хотя научного представления о них не имелось.

В СССР лучшим знатоком народной медицины является изумительный человек и ученый профессор Адель Федоровна Гаммерман. Родилась она в 1888 году. Начиная с двадцатых годов нашего столетия ею воспитывались все поколения специалистов по фармакогнозии — науке о лекарственных растениях. Своей неустанной работой в течение шести десятилетий она превратила в гигантское научное дело то, что в зачаточном состоянии начиналось при Петре Первом на Аптекарском острове Петербурга, в те далекие годы, когда шведы — предки Адели Федоровны, остались в России и у нас обрели свою вторую родину. Как и многочисленные почитатели таланта Адели Федоровны, я преклоняюсь перед нею — скромнейшим человеком и большого масштаба ученым.

В целях предохранения от заразных болезней в Индии и особенно у нас на Кавказе широко распространено

пошение луковок чеснока на шее. На Украине для той же цели набивают в матрацы траву чабрец (по-латински — тимус серпиллюм) и посыпают ею пол, считая, что она освежает воздух и предохраняет от дряхлости и болезней. Ученым известно теперь, что летучие вещества чабреца обладают противомикробным действием.

В русской бане парятся березовыми вениками. Это, по мнению Гаммерман, можно также истолковать как использование летучих фитонцидов. Мы видели, что листья березы выделяют летучие фитонциды. Любопытно, что в старину при разных болезнях народ применял различные веники — из полыни, вереска и др.

Когда на Руси еще не было печати, издавались рукописные русские «травники» — описания лечебных средств. В травниках XVII века описывается «чепучинское сиденье». Чепучина — это деревянная тесная камера, где сидел больной в парах разных распаренных растений. Это практиковалось при простудных заболеваниях, при ревматизме, при заразных болезнях. Занимались и ингаляцией паров эфирных масел растений. Вдыхали пары скипидара; в Средней Азии вдыхают при простуде пары распаренной травы лаванды. При разных заболеваниях курят разные растения, например плоды якорцев (по-латински — трибулюс террестрис), корень каперсов (каппарис спиноза). Китайцы вдыхают при туберкулезе пары распаренных ягод бархатного дерева. В народной медицине практиковалось окуривание больного сухим дымом, получаемым при сжигании разных трав и смол (которые, раньше чем сгорят, выделяют летучие вещества), например травы тимана, бензойной смолы. В тибетской медицине применяют особые свечи из смол для окуривания при насморке.

Гаммерман изучила, что у выдающихся тибетских врачей имелся рецепт курительной смеси, служащей для окуривания больного при инфекционных заболеваниях, причем одновременно очищается воздух всей комнаты. Хорошие результаты такого окуривания подтверждены опытом. «Такой способ, конечно, гораздо удобнее, — говорит А. Ф. Гаммерман, — чем наша дезинфекция формалином». Рецепт курительной смеси очень сложен, он содержит, между прочим, индийскую смолу «гугул» (растение ватика ланцеофолия), душистое корневище китайского растения (гедихиум спикатус), корневище аира (акорус каламус), смолу «вонючая камедь»

(ферула асса фетида), ряд других трав и корней, а для обеспечения медленного сгорания использовался уголь. Ученым предстоит исследовать, все ли здесь наивно, а не окажется ли это, видоизмененное на основе новейших знаний о фитонцидах и бактериях, более хорошим дезинфицирующим средством, чем современные. В русских аптеках еще прошлого века тоже имелись курительные свечки, содержащие уголь, смолы и травы, но более простого состава и менее сильно действующие.

В «Русском народном травнике» (1871) указывалось, что во время эпидемий прилипчивых болезней и моровых поветрий следует развешивать в комнатах длинные связки луковых и чесночных головок, чтобы их запахом очистить воздух и предотвратить заразу.

Но пора нам перейти к фитонцидам и рассказать не о народной медицине с ее великим прошлым и невежественными суевериями, а о строго научных экспериментах молодого ученого Маргариты Комаровой. Нельзя ли использовать фитонциды для обеззараживания от бактерий воздуха жилых помещений, школ, больниц, театров?

Особенно интересовали Комарову детские ясли, где находились больные коклюшем дети. В воздухе таких помещений, как их ни проветривай, находятся бактерии. В течение десяти месяцев изучала Комарова, какие бактерии и в каком количестве находятся в воздухе детских яслей. Она выяснила, что летучие фитонциды игл сибирской пихты и травянистого растения багульника губительно действуют на многих бактерий — на стафилококков, стрептококков, дифтерийную и коклюшную палочки. Комарова поставила простой, но очень смелый эксперимент. Не изменится ли состав и количество микробов в воздухе яслей, если вносить в помещение и разбрасывать на пол только что сорванные ветви пихты или багульника? Не окажут ли благотворного действия живые, неповрежденные ветви пихты и листья багульника? Так оно и оказалось. Все бактерии, носящиеся в воздухе, не убивались, но разбрасывание растений по полу благодаря выделению ими летучих фитонцидов раз в десять уменьшало количество микробов в воздухе. Врачи увидели к тому же, что при наличии небольших количеств багульника больные коклюшем дети спокойнее спят и у них в ночное время нет приступов мучительного кашля. Это очень интересные опыты, но, конечно, ими положено лишь начало.

Непрактично, да и неосуществимо в большинстве населенных пунктов использование только что сорванных веток сильно бактерицидных растений. Надо получить удобные для медицины фитонцидные препараты, чтобы они были стойкими длительное время, чтобы их можно было использовать и летом и зимой, чтобы легко было учитывать их количество.

М. А. Комарова разработала простой способ получения бактерицидного препарата из хвои пихты: это спиртовые экстракты из хвои, собранной весной или летом (но не зимой!). Свежую хвою пихты измельчают и заливают десятикратным количеством 10-процентной взвеси поваренной соли в 70-процентном спирте. За 5 суток, в темноте, при комнатной температуре из хвои извлекают фитонциды. Затем препарат фильтруют и сохраняют в ампулах. Каковы же бактерицидные свойства препарата? Дифтерийные палочки погибают полностью под действием испаряющихся летучих веществ, а также при помещении их в жидкость, если даже разводить препарат в сто тысяч раз (1 : 120 000). Гемолитические стрептококки погибают, как правило, под влиянием летучих веществ; погибают также стафилококки и другие микробы. Комарова с успехом использовала свой препарат для очистки от бактерий воздуха детских яслей. Препарат применяется в виде аэрозолей, распыляется в воздухе прибором, сходным с распылителями, имеющимися в пылесосах. Можно развести препарат в воде столь сильно, что на миллион частей воды придется всего одна часть препарата. Если препарат распылять из расчета один кубический сантиметр разведенного препарата на один кубический метр воздуха, то небольших количеств его достаточно, чтобы уже через 15 минут было убито не менее 80 процентов находящихся в воздухе дифтерийных палочек, 63 процента гемолитических стрептококков, 64 процента золотистых стафилококков.

Стоит ли, однако, в наш век успехов физики и химии использовать для целей обеззараживания воздуха фитонциды пихты или другого растения? Известно, что при современном уровне техники обезвредить воздух в помещениях можно ультрафиолетовыми лучами или химическими ядами. Но быстро и полноценно этими средствами можно дезинфицировать помещения, свободные от людей. А как быть с теми помещениями, в которых

находятся люди (ясли, школы, больницы и т. д.)? Очищать воздух таких помещений химическими препаратами опасно, поэтому нужно использовать пихтовый препарат. Он не вредит людям, не оказывает разрушительного действия на ткани, дерево, металлы и краски.

Препарат из хвои сибирской с успехом применили врачи для лечения дифтерийных бациллоносителей: разведенным в 3 раза препаратом обрабатывали зев и нос больных детей. Применили препарат и для предупреждения маститов у родильниц.

Хвойный препарат оказался полезным и для лечения заболеваний слизистой оболочки полости рта, а также при подготовке полости рта к различным операциям — удалению зубов, опухолей и др. Это и понятно, если вспомнить, сколь широким диапазоном антимикробного действия обладает препарат.

Но препарат Комаровой, конечно, не предел. Из других растений, вероятно, можно получить такие же или еще более бактерицидные препараты со свойствами, стимулирующими жизнь наших органов, чтобы, попадая в наши легкие, фитонцидные аэрозоли имели лечебное и профилактическое значение. К таким растениям, например, относится мирт.

Хотя хвойные растения ни разу не «подводили» ученых, занятых фитонцидами, и они еще наверняка сделают много фитонцидных подарков людям, но и другие растения таят в себе неиспользованные дары.

В Никитском ботаническом саду (Крым) трудятся энтузиасты, пытающиеся как можно полнее использовать для людей целебные вещества растений. Они химики. Руководитель их — Гениадий Иванович Нилов. Кажется, они не очень большие поклонники слова «фитонциды», их интересуют «химически чистые» противомикробные вещества, в большинстве своем оказывающиеся лишь тем или иным компонентом фитонцидов. Учению о фитонцидах это очень нужно. Получили они ряд полезных препаратов против низших грибов. В этой лаборатории химик Анна Петровна Дегтярева сделала открытия, которым позавидует любой микробиолог и врач. Она выделила из мирта в чистом виде вещества, оказывающие антимикробное действие в разведении 1 : 1 000 000! Этим веществом убиваются все испытанные так называемые грамположительные микробы (золотистый стафилококк, туберкулезная палочка и др.).

Много лет упорно и вдохновенно трудится Анна Петровна. Она — человек интересной судьбы. Химик по образованию, увлеклась растениями, фитонцидами. Заинтересовалась биологией. Выполнила превосходную диссертацию о фитонцидах. По какой же науке присудить ей ученую степень? — подумали в Высшей аттестационной комиссии. И, минуя формальные рогатки, человеку с химическим образованием присудили ученую степень кандидата биологических наук. И это правильно. А затем побежали новые и новые годы, насыщенные научными событиями в ее жизни. Без указки со стороны, по ходу исследований, Дегтярева все более стала сближаться с медициной. Не только научное чутье, или, как говорят, интуиция, но трезвая оценка фактов заставила Дегтяреву бороться за «внедрение» своего открытия в жизнь. Эта борьба, доставившая много нелегких минут, еще далеко не закончена, но многие врачи убедились в том, что миртовые деревья, их фитонциды игнорировать нельзя.

Дегтярева добилась многого. Она выделила из листьев мирта обыкновенного (миртус коммунис) кристаллическое вещество, определила его химические свойства, убедилась в большой антимикробной силе в отношении туберкулезной палочки. Прodelала много опытов вне организма и опыты с морскими свинками. Результаты опытов возбудили у исследовательницы надежды в борьбе с туберкулезом. Но Дегтярева, учитывая богатейший опыт использования медициной «химически чистых» антибиотиков, все же пошла по «не чистому химическому пути» и получила препарат, в котором содержатся, вероятно, почти все действующие фитонцидные вещества. Это — спиртовая настойка из листьев. Многие вещества содержатся в получаемой прозрачной зеленовато-бурого цвета и своеобразного запаха жидкости.

Препарат этот не убивает кишечную палочку протей, палочку сине-зеленого гноя и других так называемых грамотрицательных бактерий, но убивает большую группу грамположительных бактерий, причем и таких бактерий, которые стали устойчивыми в отношении медицинских антибиотиков. Препарат убивает и туберкулезную палочку. В трех научных институтах препарат Дегтяревой испытан при лечении туберкулеза легких, хронической пневмонии и хронического бронхита, ангин

и ринофарингита и других заболеваний. В разных случаях препарат принимают внутрь путем ингаляции и при местном применении.

Скромно оценивает сама Дегтярева результаты испытаний, но факты, установленные врачами, есть факты и нельзя сомневаться в том, что миртовый препарат в комплексном лечении с другими препаратами оказался превосходным: он, по-видимому, действует не только антибактериально, но и стимулирует наши собственные защитные силы. Как будто очень полезен этот препарат при лечении остаточных явлений пневмонии, что наблюдал известный терапевт П. К. Вулатов.

Интереснейшие исследования миртовых невольно заставляют вспомнить мифологию древних греков, легенды о мирте. Не случаен культ миртовых деревьев в Древней Греции и в Древнем Египте. У греков мирт был эмблемой молодости, красоты и целомудрия. В Древнем Риме миртовыми деревьями обсаживали храмы.

Не менее интересны и препараты, полученные Дегтяревой из эвкалиптовых деревьев.

Казахстанские биологи утверждают, что слава чеснока и луков померкла после того, как они изучили антимикробные свойства амариллиса, агантуса, зефиратеса, гиппеаструма и других комнатных растений. От их летучих фитонцидов некоторые бактерии и простейшие погибают быстрее, чем от фитонцидов чеснока.

Следует искать новые растения с еще более интересными фитонцидными свойствами.

Некоторые замечательные открытия в медицине были добыты сначала, так сказать, ощупью и только впоследствии усилиями многих поколений исследователей выяснилась самая суть явлений. Так случилось в борьбе медицины с оспой, которая уносила в могилу в некоторые годы миллионы людей. Врач Дженнер, не имея ни малейшего представления о бактериях и вирусах, в конце XVII и в начале XVIII столетий предложил способ прививок против оспы.

В эпоху, когда уже многое знали о микроорганизмах, гениальный французский ученый Луи Пастер создал способ прививок против бешенства, не зная истинного возбудителя этой болезни. Он думал, что виновником болезни является какая-то бактерия, и лишь впоследствии ученым удалось узнать, что бактерии здесь ни при чем, что виновником болезни является вирус, кото-

рый не виден в обычные, даже самые лучшие, микроскопы.

И только благодаря изобретению электронного микроскопа, увеличивающего рассматриваемые частицы в сотни тысяч раз, мы стали видеть вирусы.

Зная историю этих и других великих открытий, можем ли мы запрещать врачам пытаться использовать те или иные лекарства, если они совершенно безопасны и если практика доказывает их ценность? Приглашая к большой осторожности в использовании не проверенных наукой лекарств, мы не можем в этих случаях противодействовать научным поискам.

Большого внимания научной медицины заслуживают опыты Самсона Самсоновича Чиховани, Николая Иосифовича Юрченко, а также ботаника Акакия Сагиновича Кераселидзе и их последователей — врачей в санаториях черноморского побережья Крыма и Кавказа. Расскажем об их делах словами Б. Лавренюка, узнавшего подробности о жизни одного из санаториев:

«В санатории «Сухуми», расположенном на берегу Черного моря в благодатном уголке Абхазии, шестнадцатый год работает врач Николай Иосифович Юрченко. Встреча с ним послужила для меня началом знакомства с эстетикотерапией.

Есть в санаторном парке аллея пирамидальных тополей. Многие уверяют, что, приходя сюда, неизменно чувствуешь душевный подъем. Других привлекают уголки с плакучими ивами. По наблюдениям врача, здесь нравится бывать людям с повышенной возбудимостью нервной системы. Третьих влечет раскидистый дуб, стоящий в одиночестве, четвертых — пальмовая аллея.

И. И. Юрченко хорошо знает, что красота природы способна вызвать бодрое настроение, придать силы.

В санаторий прпезжает много людей из северных районов страны. Южная природа восхищает их, но весной, когда у них дома только появляются первые листочки, или осенью, когда там желтеют березы, приходит грусть по родному краю. Поэтому в «Сухуми», по совету Юрченко, посажено немало листопадных и хвойных деревьев, которые, может быть, и уступают южным собратьям в пышности, щедрости красок и ароматов, но зато дороги и милы жителям умеренных широт.

Обратили внимание и на розы. Из них когда-то делали целебные напитки, якобы обладающие сверхъестест-

венными качествами, и восхваляли пользу их аромата. А в начале XX века в Европе получило распространение мнение о том, что розы будто бы вылечивают головную боль, что их запах, как лекарство, действует на нервы, а цвет, особенно темно-красных роз, успокаивающе влияет на человека. Сторонники возделывания роз предлагали пациентам делать подушку из лепестков цветка. Они уверяли, что человек, страдающий головной болью, полностью избавится от нее, если приложит к лицу хотя бы шесть бутонов. Нервным людям почаще рекомендовалось находиться в цветниках, где лучше сохранились и запах и цвет роз».

Еще в прошлом веке в Германии в комнатах держали цветы дельфиниума, считая, что окраска этого цветка действует благоприятно на зрение. Это было как бы преддверием к открытию успокаивающего свойства голубого цвета.

В Ялте хирург Клавдия Архиповна Шевченко многие годы применяла ингаляцию летучих фитонцидов чеснока туберкулезным больным после удаления части легких. Фитонциды в этом случае играют бактерицидную роль и одновременно помогают регенерации легких.

Несколько сот больных излечены летучими фитонцидами чеснока и других растений ингаляционными способами, предложенными известным терапевтом, заслуженным деятелем медицины, ленинградским профессором Пантелеймоном Константиновичем Булатовым.

П. К. Булатов — известный в стране специалист по лечению бронхиальной астмы. Он использует при лечении этой болезни пенициллин, стрептомицин и другие препараты; одновременно с этим рекомендует ингаляции из сока чеснока, лука, листьев эвкалипта или ингаляцию препарата абиеноля сибирского. В диету больного он вводит витамины, сок картофеля, моркови, свежей капусты, черноплодной рябины.

Врач ялтинского санатория «Горняк» Т. Калинина создала специальный аэродеидрарий, где растут эвкалипты, крымская сосна, розы и другие растения, для круглосуточного пребывания отдыхающих на воздухе.

А сколько интересных начинаний сделано в санатории «Геленджик», врач которого С. Титаревич и садовник Н. Рябинина, может быть и не зная всех работ ученых по фитонцидам, используют фитонцидные дары природы.

Титаревич создает своеобразную фитотерапию. Она убедилась в благотворном действии летучих фитонцидов герани, розмарина, лавра благородного, мяты. И дело далеко не только в бактерицидных свойствах. Утверждают... но расскажем об этом словами врача С. Титаревич: «Фитонциды герани, успокаивая нервную систему, улучшают функцию сна. Этот вид лечения — фитотерапия — включен у нас в общий лечебный комплекс при функциональном расстройстве центральной нервной системы с выраженным нарушением функции сна. Под нашим наблюдением находится более ста человек.

Методика фитотерапии очень проста. В процедурном кабинете на стол против больного ставится куст распустившейся герани горшечной культуры на расстоянии 60 сантиметров. Объективное условие фитотерапии — дыхание через нос. После трех глубоких вдохов начинается ровное спокойное вдыхание запаха цветка. Процедура продолжается 10 минут и отпускается в течение 10—15 дней. Продолжительность лечения иногда увеличивается до 20 процедур.

У больных, получающих фитотерапию, сон нормализуется, как правило, уже после 6—7 процедур.

Мы рассказали о лечении запахом герани, которое практикует наш санаторий. Между тем для фитотерапии, как указывалось выше, применяются и другие растения. Лечение запахами благородного лавра, мяты, розмарина, различных эфирноносных растений проводится примерно по такой же методике, как и фитонцидами герани.

Фитотерапия положительно действует на обменные процессы, секреторную функцию желудочно-кишечного тракта, эндокринную систему и половую потенцию...»

Все ли правильно в высказываниях врачей — энтузиастов фитонцидотерапии? Все ли строго научно обосновано? Что делать дальше? Об этом должны сказать свое слово точные эксперименты медиков и биологов. Одно ясно: сколь некрасиво выглядит перед лицом многочисленных фактов унылый старческий скептицизм и ворчливость тех, кто якобы под флагом точных наук мешает творчеству ученых, использующих зеленый мир на благо людей.

Выдающиеся наблюдения сделала ленинградский врач В. И. Емельянова под руководством известного хирурга И. П. Виноградова.

Есть такие тяжелые заболевания, когда в тканях легких обосновывается на длительное время ряд бактерий — стафилококки, стрептококки и др. Гнойное воспаление приобретает не временный, а длительный характер. Такие болезни лечить нелегко. Используя особые трубки, В. И. Емельянова смело стала вводить больным в дыхательное горло (трахею) до 20 кубических сантиметров жидких фитонцидных препаратов. Тем самым, образно говоря, ткани легкого, каждый уголок их незамедлительно омываются фитонцидами. Новаторская мысль и горячее желание помочь тяжелым больным победили: многие благодарят врача В. И. Емельянову за исцеление от тяжких недугов.

Нет никаких сомнений, что способ внутритрахеального введения фитонцидов завоюет себе «право гражданства» при лечении и многих других болезней. Известно, что всасывающая поверхность легких огромна (около 100 квадратных метров). Фитонциды, вводимые в легкие, тотчас поступают в кровь, разносятся по всему телу и могут оказать помощь организму в борьбе с вредными микробами, где бы они ни находились.

Нужно, однако, ждать и ждать, надеяться на то, что найдутся врачи с неменьшей смелостью, чем Емельянова, которые продолжат ее новаторскую работу. Я убежден в том, что многие болезни, трудно поддающиеся лечению, излечивались бы легко, если бы лекарство подавалось способом Емельяновой. Ее способ гарантирует быстрое проникновение фитонцидных действующих начал в кровяное русло, во все ткани организма. Возбудителей некоторых болезней трудно убить не потому, что они «стойки», а потому, что нелегко подать лекарство в те места, где паразиты находятся. Таково, например, заболевание, называемое лямблиозом. И подобных болезней много.

Немало было и разочарований у исследователей фитонцидов. 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 больном организме и так улучшить состояние клеток и тканей легких, чтобы они оказались стойкими к бактерии.

В науке, особенно когда дело касается самого драгоценного — 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 совсем не разработаны. Нам пока совершенно неясна химия летучих фитонцидов и тканевых соков растений. Химический состав фитонцидов наших растений, например пенициллина или стрептомицина, так или иначе изучен; их бактерицидное действие поддается точному количественному учету. Фитонцидные вещества некоторых грибов 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, клиницистов 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 бактерией.

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

В смелых поисках нельзя пренебрегать фитонцидами высших растений и антибиотическими веществами тех животных, к которым туберкулезная палочка не приспособилась в ходе эволюции. Стрептомицин выдержал проверку временем и прочно введен в медицинскую практику при некоторых заболеваниях туберкулезом. Несомненно, однако, что стрептомицин — не спасение 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.

Какое растение сослужит решающую роль в борьбе с туберкулезом — невозможно сказать. Может быть, в этой роли окажутся фитонциды экзотического растения лавра благородного, подавляющие туберкулезную палочку. Может быть, в этой роли окажутся какие-либо южные растения, например эвкалиптовые деревья, а может быть, и... самая обыкновенная капуста.

Доказано, что фитонциды краснокочанной и белокочанной капусты (в виде концентратов) задерживают рост туберкулезной палочки (в условиях опытов вне организма)¹.

Капусту в русской народной медицине использовали для лечения экземы, ожогов, гнойных ран, язв. В капустных листьях помимо фитонцидов много витаминов, особенно витамина С. В 1949—1950 годах американский ученый Чиней доказал, что свежий сок капусты излечивает вызванные в экспериментах язвы желудка у птиц, морских свинок, крыс и собак. Американские врачи стали давать сок капусты людям, страдающим язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки. Определили и вещество, которое благотворно действует, — это метилметионинсульфоний. Однако применение его менее полезно, чем самого капустного сока. Значит, противоязвенное действие капусты зависит не только от этого вещества. Чтобы получить сок, куски капусты 1—2 раза пропускают через мясорубку. Полученную массу отжимают через чистую марлю в банку и больным в течение месяца дают по 5—6 стаканов сока еже-

¹ Соколова Н. М. и Бедросова П. И. Влияние фитонцидов капусты на туберкулезную палочку.— В сб.: «Фитонциды, их роль в природе».

дневно. Заготавливают сок не более чем на 1—2 дня и хранят его в холодильнике.

Необходимы поиски антибиотиков животного происхождения, и именно среди тех животных, к которым туберкулезная палочка биохимически не приспособлена. Необходимы и 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 борьбе с туберкулезом должны быть привлечены биологи. Имеется ряд биологических загадок, требующих разрешения. С точки зрения биолога — сторонника теории эволюции Дарвина, — главная трудность медицины в борьбе с туберкулезом заключается в том, что туберкулезная палочка великолепно приспособилась к человеческому организму. Эта форма бактерий действительно стала патогеной для человека. Взаимоотношения ее с хозяином — нечто прочно устоявшееся в ходе эволюции.

Специалистам по заразным болезням легче бороться с теми бактериями, которые еще только приспособляются к нашему организму. Патогенность (болезнетворность) таких микробов весьма относительна. Целебные силы нашего организма часто могут справиться с ними. Надо лишь очень немного помочь человеческому организму какими-либо медицинскими надбавками.

Не так обстоит дело с туберкулезной палочкой. Наличие слишком большая биологическая приспособленность этого организма к человеческому. То, что хорошо тканям легкого (нормальное кровообращение, постоянный приток воздуха, хорошее питание людей), 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 создать еще более хорошие условия для тканей наших легких и в то же время плохие условия для внедрившейся в легкие туберкулезной палочки.

Несмотря на многие неудачные попытки использовать фитонциды чеснока для лечения туберкулезных больных, к ним снова и снова приковывается внимание исследователей. В результате наблюдений над многими

больными утверждают, что летучие фитонциды чеснока, применяемые путем ингаляции, действенны в лечении туберкулеза легких. Так считает А. И. Герасимов.

Может быть, пригодятся 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 кажущихся совершенно безвредными лекарственных веществ 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!), то это еще не означает, что во всех случаях применения к больному организму человека эти вещества совершенно безобидны.

Узнав об удивительных свойствах фитонцидов, читатель вместе с нами будет с большим основанием и надеждой ждать от медицины все большего и большего использования растений — тех замечательных «подарков», которые в изобилии дает нам природа в своей эволюции.

И в то же время каждый вдумчивый человек не будет излишне торопить врачей, упрекать их в медлительности, в нежелании использовать фитонциды для лечения болезней, особенно таких, как туберкулез. Конечно, понятны тяжелые переживания больного. В отчаянии от затянувшейся болезни человек начинает ворчать на науку, на врачей, упрекать медицину в бессилии, а врачей в консерватизме.

Кто знает? Может быть, среди фитонцидов высших растений будут найдены вещества еще более полезные, чем даже воистину чудодейственный пенициллин? Но не надо пренебрегать и теми фитонцидами, которые не дают сенсационных эффектов.

Да, не следует с пренебрежением относиться к обычным и как будто хорошо уже изученным растениям. Вот пример. Корни валерианы! Растение, которому человечество могло бы поставить памятник — памятник

при жизни, так как не предвидится конца использованию его людьми. Не будем обижать тех ученых медиков, которые только и думают о «химически чистых» лекарствах, а сами, конечно, используют «нечистую» «валерианку» — всемирно известный комплекс веществ. Многие ее полезные свойства еще, наверное, и не известны. Любопытные наблюдения сделали М. Л. Ханин, А. Ф. Прокопчук, Л. А. Николаева, Л. В. Кривомазова, Ю. И. Сметапин — работники Кубанского медицинского института. Они впервые в науке испытали антимикробные свойства экстракта из валерианы на многих бактериях — на протее (очень стойком к фитонцидам микробе), на дизентерийной палочке, золотистом стафилококке, гемолитическом стрептококке и на других бактериях, а также на грибах, в том числе и больших «злодеях» вроде кандиды альбиканс, могущем при сильном размножении в пищеварительном тракте человека вызывать заболевания — микозы.

Что же оказалось? Все испытываемые микробы так или иначе подавляются веществами валерианы, в том числе и те болезнетворные для человека бактерии (дизентерийная палочка и золотистый стафилококк), которые оказались стойкими ко всем антибиотикам, применявшимся в лечебных учреждениях г. Краснодара.

Достоинна всяческой похвалы смелая мысль — испытать такое обыденное, так сказать, примелькавшееся растение. Исследователи попытались получить и фитонцидный препарат для лечения кожных заболеваний, кандидозов слизистой оболочки полости рта и языка, вызываемых грибом кандиды альбиканс. Удалось излечивать больных, которые до того безуспешно лечились другими лекарствами. Пораженные участки смазывали 10-процентным раствором экстракта валерианы в персиковом масле.

Можно привести и другие примеры с «обыденными» растениями. До чего знакомы всем ягоды черной смородины! Кажется, в течение тысячелетия и варенья варят из нее. Ягоды черной смородины были предметом многочисленных исследований. Однако... Софья Иванова Зелепуха — один из пионеров исследований фитонцидов — заинтересовалась вопросами: каковы особенности фитонцидов смородины? Как они действуют на микробов сами по себе и совместно с узаконенными медицинской пенициллином, стрептомицином, тетрациклином и

другими антибиотиками? Оказывается, в 2—10 раз повышается антимикробная активность этих прославленных препаратов, если ими лечить в сочетании с настоями ягод черной смородины, при этом убиваются и те бактерии, которые к данному антибиотику нечувствительны, например, дизентерийная палочка.

Напрашиваются многие мысли, касающиеся вопросов питания здорового человека, диеты больных после тех или иных операций, при разных инфекционных болезнях.

Случайно ли использование с давних времен врачами яблوك в определенные периоды желудочных и кишечных болезней? Достаточно ли медицина воспользовалась фитонцидными свойствами обыденных пищевых растений — хрена, лука, горчицы, капусты, ягод земляники, брусники и других растений? Стоит ли, например, пренебрегать черной редькой, если ученые убедились в опытах на более чем ста видах микроорганизмов в ее великолепных фитонцидных свойствах?

Многое обыденное выглядит по-особому в свете учения о фитонцидах... Люди издавна пьют чай. Мировое производство его достигает миллиарда килограммов в год. А все ли мы знаем о лечебном действии разных сортов чая? Об алкалоиде кофеина, содержащемся в чае, хорошо известно, и врач уверенно скажет — кому можно, а кому нельзя пить крепкий чай, а вот фитонцидные свойства его только начали по-настоящему изучаться. В Туркмении, Узбекистане и в других среднеазиатских республиках среди местных жителей, в особенности сельских, широко распространен в качестве напитка зеленый чай. Установлено, что он обладает бактерицидными свойствами, в особенности в отношении дизентерийной палочки, и что антимикробная сила разных сортов чая различна. С. И. Бердиева и другие ученые Туркмении получили бактерицидный препарат — отвар зеленого чая, назвав его ОЗЧ: 100 граммов сухого чая («Букет Грузии» или «Экстра») засыпают в эмалированную посуду с крышкой, заливают двумя литрами питьевой воды и настаивают в течение 20—30 минут. Настой кипятят в течение часа и фильтруют. И этот просто приготовленный препарат излечивает дизентерию, используется при поносах и других заболеваниях.

Советская медицина с каждым годом делает все большие успехи. Многие не знают, что современная на-

учная медицина в сущности очень молодая наука и весь путь медицины от творчества ее основателей — Мечникова, Пастера, Боткина, Павлова и других ученых — есть исключительная и все возрастающая победа разума не более чем за сто лет развития этой науки.

Всего 80—90 лет прошло со времени основания науки о бактериях, лет семьдесят тому назад впервые ученые увидели холерного вибриона, брюшнотифозную бактерию, туберкулезную палочку и других болезнетворных микробов.

80—90 лет назад впервые стали перевязывать гнойные раны, смачивая повязки карболовой кислотой. Не зная действительных причин плохого заживления гнойных ран, хирургия была бессильна, и во время войн большинство людей умирало не от смертельных ран, а от совсем неопасных ранений. Микробы безнаказанно умерщвляли людей. Сотни тысяч погибали каждый год от гнойных ран, послеродовой горячки, укуса бешеных животных, холеры и многих других болезней.

В наши дни у каждого студента-медика больше знаний о болезнях и их лечении, чем было у самых талантливых ученых полсотни лет назад.

Каков изумительный прогресс науки!

История научной медицины есть непрерывная и все возрастающая победа разума над знахарством, света над тьмой. До чего же несправедливо поступают те, которые, не зная медицины, под влиянием личных тяжелых обстоятельств готовы винить врачей в том, что они медленно используют новейшие достижения биологии, и в частности фитонциды. Не такое это простое дело.

Нельзя давать человеку непроверенные лекарства.

Ставить опыты на человеке и руководствоваться давно отжившими «авось» — преступление. Сначала надо ставить опыты на животных — мышах, крысах, кроликах, собаках, кошках, обезьянах. Да и здесь надо всячески бороться с жестокостью, не допускать без крайней надобности страданий животных.





ВЕТЕРИНАРИЯ

СМЕЛЫЕ ПОПЫТКИ ЛЕЧИТЬ БОЛЕЗНИ ПЧЕЛ

Хотелось бы видеть бóльшую страстность и смелость в использовании фитонцидов у ветеринарных врачей. Многие они уже делают, но еще больше могут сделать в лечении фитонцидами сельскохозяйственных животных, тем самым помогая и медицине.

Чтобы создать хоть некоторое представление о возможностях использования фитонцидов в медицине и о смелых исследованиях новаторов, расскажем о том, как молодой ученый Иван Гриценко пытался помочь пчелам избавиться от одной ужасной болезни.

Пчелы, как и другие животные, имеют свои заразные болезни. Болеют взрослые пчелы, болеют и личинки.

Из болезней расплода самой страшной является европейский гнилец. Виновник этой болезни — не так давно открытая наукой бактерия плутон. В лаборатории советского ученого В. И. Полтева научились возвращать ее на искусственной среде. Заболевают этой болезнью личинки пчелы, да и то лишь, как правило, только 3—4-дневного возраста. На рис. 66 показано развитие личинки. Через 3 дня после откладки самкой яйца из него выходит личинка. В течение первых двух дней личинка питается только личиночным кормом, который перед выходом личинок из яйца откладывается пчелами-кормилицами. А с 3-го дня пчелы подмешивают в корм пергу¹ и мед. На 6-й день пчелы-кормилицы уже не дают пищи личинке, она запечатывается крышечкой и превращается в куколку. За время своего развития личинка посещается пчелами-кормилицами 8000 раз, и за 6 дней вес ее увеличивается более чем в 1300 раз.

Как же заражаются личинки европейским гнильцом?

Зараженным кормом. Взрослые пчелы не болеют европейским гнильцом, а являются носителями бактерии плутон. При кормлении зараженным медом не все личинки погибают, часть личинок более старшего возраста, будучи зараженной, однако, не погибает. Эти личинки продолжают развиваться во взрослых пчел, пчелы становятся кормилицами молодых личинок и заражают их. Болезнь пчелиной семьи продолжает усиливаться.

На рис. 67 дана фотография нормального расплода. Видны нормальные ячейки с развивающимися в них нормальными личинками. Наверху — мед.

На рис. 68 сфотографированы личинки, пораженные европейским гнильцом.

Личинки через 30—40 часов после заражения становятся беспокойными, положение их меняется, они тускнеют, становятся мутно-белыми.

Европейский гнилец — этот бич пчеловодства — появляется в первой половине лета (после похолоданий) при недостатке в гнезде корма, прекращении медосбора. Как вмешаться пчеловоду в жизнь больной пчелиной семьи? Как убить бактерию плутон? Надо оценить научную смелость Ивана Гриценко, который решил восполь-

¹ Перга — пыльца, отложенная в ячейки.

зоваться фитонцидами. Трудна была эта задача. Легче убить, например, дизентерийную палочку, так как эта бактерия не приспособилась к растениям, и легко найти фитонциды, к которым она нестойка.

Вся жизнь пчелы и ее личинок неразрывно связана с растениями, цветами. Заранее можно было ожидать, что как сама пчела, так и бактерии, которые вызывают у нее болезни, должны быть очень хорошо приспособлены к фитонцидам разнообразных растений, иначе они

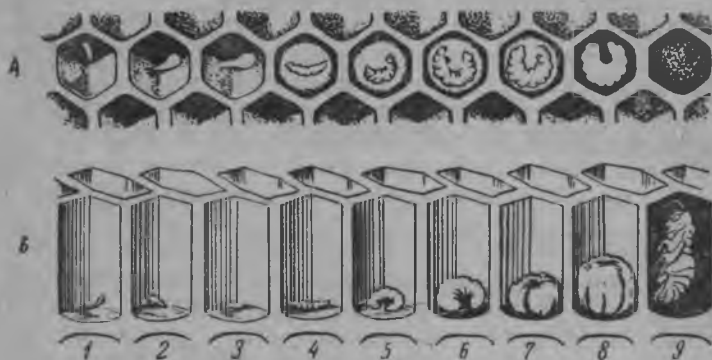


Рис. 66. Развитие расплода пчелы:

А — вид ячеек сота сверху; Б — вид сбоку: 1, 2 и 3 — развитие яйца; 4 — личинка, вышедшая из яйца; 5, 6, 7, 8 и 9 — развитие личинки. Поражаются европейским гнильцом почти исключительно личинки, обозначенные цифрами 6 и 7.

не могли бы жить. Выходит, что нелегко найти фитонциды, которые убивали бы бактерию плутон да к тому же были бы безвредны для организма пчелы и ее личинки. Так и оказалось. Гриценко изучил влияние фитонцидов около ста растений на возбудителя европейского гнильца, и лишь немногие оказались бактерицидными. Достаточно сказать, что такие сильные фитонциды, как фитонциды чеснока и лука, оказывают очень слабое убивающее действие, да и то лишь через сутки и даже более.

Исключительно интересно и то, что фитонциды цветов 16 исследованных растений не оказали никакого действия. Да это и понятно.

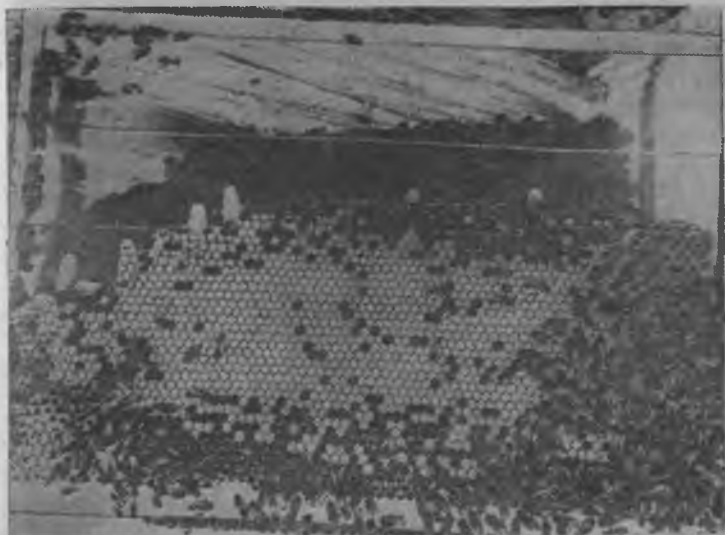


Рис. 67. Нормальный сот с нормальным расплодом. Наверху виден мед.

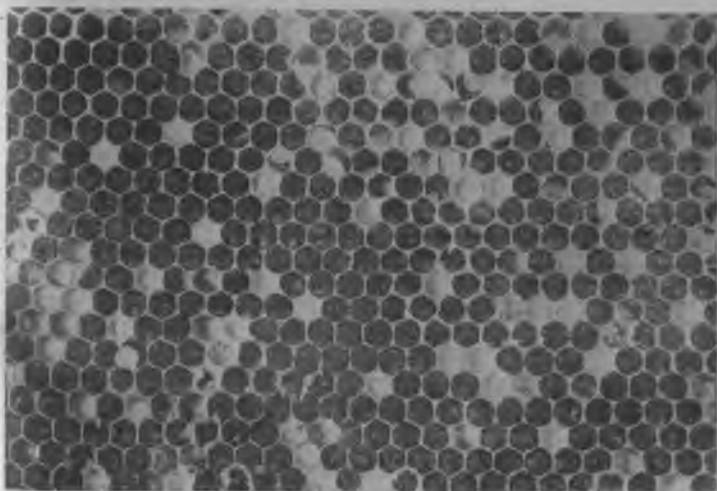


Рис. 68. Сот с расплодом, пораженным европейским гнильцом. Наряду с нормальными личинками видно много белесовато-мутных больших личинок.

Пчела, а значит, и бактерия плутон являются постоянными гостями цветов. Обычная пища пчелы — это пыльца и нектар цветов. Образно говоря, вся пчела, ее личинки и бактерии, которые к ним приспособились, — это концентраты, «консервы» цветов. Следовательно, и мед должен обладать фитонцидными свойствами.

И вот Иван Гриценко, не отчаявшись после многочисленных неудач, добился победы. Он воспользовался тем, что к различным органам и частям растений приспособились разные микробы.

Фитонциды подземных частей растений отличаются от фитонцидов надземных органов. Бактерия плутон оказалась совершенно беспомощной перед действием фитонцидов корней некоторых растений, особенно растения, называемого кровохлебкой лекарственной. Наука все больше выясняет, что это, казалось бы достойное уничтожения, сорное растение, в огромных количествах растущее почти вездe в нашей стране, является хорошим другом и врача и ветеринара. Наверное, придется вводить его в культуру. Мы уже писали, что им пользуются для лечения дизентерии. Пригодилось оно и ветеринарам.

Это многолетнее травянистое растение (см. рис. 63). Корневище и корень мощные, деревянистые.

Гриценко измельчал высушенные корни, заливал их прокипяченной водой из расчета одна весовая часть корней на 9 частей воды. Настаивал так целые сутки, в течение 20 минут нагревал в особом приборе до 110 градусов, освобождал настой посредством пропускания через вату или марлю от твердых частичек. Вот и готово лекарство для пчел. К настою кровохлебки прибавлялся сахар (5 процентов). Это лекарство великолепно убивает бактерию плутон в опытах вне организма пчелы.

Пчелы с охотой едят приготовляемое для них сладкое лекарство. При скармливании большой семье в количестве около четверти литра на межсотовую улочку пчел 3 раза с промежутком в 5 дней больная европейским гнильцом пчелиная семья освобождается от болезни.

Большое дело сделал Иван Гриценко. Смелость исследователя дала полезные плоды.

Другой молодой ученый — В. Г. Черепов выявил много интересных фактов о влиянии микроорганизмов на организм пчел — трутней, маток и расплода. Микро-

организмы могут быть и прекрасными сожителями с пчелами, их симбионтами.

Противодействие микроорганизмов друг другу благодаря выделению ими фитонцидов может также иметь значение для жизни пчел. Много неясного в этих вопросах. Черепов скармливал пчелам (с перерывами), начиная с пятидневного возраста, экстракты лука, чеснока и хрена в дозах по 25 граммов на литр сахарного сиропа и обнаружил, что продолжительность жизни пчел увеличивается в некоторых случаях почти на треть, а при непрерывном скармливании лука в той же дозе — почти наполовину (40%).

Уж если мы решили говорить о болезнях пчел, необходимо сказать несколько слов о значении для медицины великой труженицы пчелы. Вся ее деятельность, в том числе и «строительная», связана с растениями. Чудесей продукт ее жизнедеятельности — мед. Это настоящий «концентрат» солища, фитонцидов и собственных целебных пчелиных сил. Сомневается ли кто-нибудь в наше время в том, что лечебные свойства меда отчасти связаны с его фитонцидными свойствами? Медицина давно интересовалась и целебными свойствами пчелиного яда и маточного молочка.

Последние годы принесли и другое научное открытие. В. П. Кивалкина и другие казанские ученые открыли важные свойства прополиса. Его называют ремонтно-строительным материалом в улье, пчелиным клеем, узой, пчелиной или восковой смолой. Не так еще ясны все подробности образования прополиса, но совершенно очевидно, что это очень сложное вещество растительного и животного происхождения. Пчела собирает с растений прополис не в готовом виде. Это и смолистые вещества, и пыльца растений, и воск. В прополис входят выделения пищеварительных веществ самой пчелы. Растительное сырье, используемое пчелой при производстве прополиса, обладает фитонцидными свойствами, а они, вероятно, умножаются на антибиотические свойства выделений тканей самой пчелы. Вот почему не вызывают сомнения результаты опытов Кивалкиной и других казанских ученых, убедившихся в большой антимикробной силе прополиса. И воск, отделенный от прополиса, обладает антимикробным действием. Приготовлены препараты из прополиса, которые Кивалкина рекомендует при лечении многих заболеваний сельскохозяйственных

животных: некробациллеза, гнойных рац, стафилококкового мастита, ящурных поражений крупного рогатого скота, ожогов и др. Прополисовое молоко и водно-спиртовая эмульсия могут применяться для предупреждения желудочно-кишечных заболеваний молодняка и как средство, стимулирующее их рост и развитие.

Ветеринары-ученые новыми опытами, наверное, подтвердят исследования Кивалкиной. Пчела, многими прелестями которой восхищается давно человечество, окажется и хорошей природной аптекой, готовящей не одно прекрасное лекарство.

ФИТОНЦИДЫ И ВИРУСЫ

Не все заразные болезни вызываются бактериями и грибами. Еще в конце прошлого столетия русский ученый Д. И. Ивановский доказал это, изучая причины заболевания растения табака, известного под названием мозаичная болезнь табака (табачная мозаика). Листья делаются пятнистыми, сморщенными; болезнь явно заразная, передается от больного растения здоровому, а виновника заболевания не удавалось увидеть под микроскопом.

Ивановский выжал сок из листьев больных растений и отфильтровал его через фарфоровые пластинки со столь мелкими пораами, что ни одна бактерия не могла пройти через них. Капли отфильтрованного таким образом сока ученый вводил в ткани здоровых растений, и, несмотря на отсутствие бактерий, растения заболевали. Было очевидно, что возбудителем этого заболевания являются не бактерии, а какие-то еще более мелкие живые существа. Так было положено начало открытиям вирусов — не менее опасных врагов человечества, чем патогенные бактерии и грибы.

Многое узнала наука о вирусах, и мы теперь можем видеть их, только не в обычный микроскоп, который не может увеличивать предметы более чем в 3500 раз, а в электронный, дающий возможность фотографировать, увеличивая предметы в 50—500 тысяч раз!

Во многих странах большие научные учреждения, целые институты продолжают изучение вирусов, но многое в их жизни остается неясным.

Устройство вирусов по сравнению с бактериями кажется очень простым. Это палочки, или шарики, или

тельца, напоминающие по форме теннисную ракетку. Длина таких телец обычно не более 300 миллимикрон. Сколь малы эти существа! Ведь миллимикрон — это одна десятиллионная часть сантиметра!

А что говорят химики об этих существах? Они состоят из самых важных соединений, без которых не может быть проявлений жизни, а именно: из белков и нуклеиновых кислот. «Сердцевидной» вируса является нуклеиновая кислота. Она как бы одета слоем белка. Без клеток растений или животных вирусы существовать не могут. Как правило, вирусы строго приурочены к жизни в клетках совершенно определенных организмов. Нет таких видов вирусов, которые жили бы и в клетках растений и в клетках животных. Вирус бешенства, например, существует в связи с жизнью немногих организмов: человека, собаки, волка и грызунов. А большинство видов вирусов таково, что каждый приспособился лишь к одному какому-либо растению или животному. Живут вирусы не так, как все другие существа, у них нет ни дыхания, ни брожения. Нет у них и поглощения пищи. Когда попадает вирус в клетку, например вирус гриппа в клетки, выстилающие нос человека, или вирус табачной мозаики в клетки листа табака, то клетки заболевают, обмен веществ их нарушается, протоплазма начинает, образно говоря, работать не на себя, а на внедрившийся вирус: теперь в клетке строятся белки не для самой клетки, а такие, которые свойственны данному вирусу. Очень быстро в клетке создаются новые и новые вирусные частицы, вирус размножается. Клетки тканей заболевшего растения погибают.

Вирусы пока далеко еще не покорены человечеством. Много страданий приносят вирусы людям и домашним животным, и многие бедствия терпит от них народное хозяйство. Существует более тысячи вирусных болезней растений. Известны и десятки вирусных болезней животных и человека, среди них и сравнительно безобидные, вроде пастерки, но и такие тяжелые, как энцефалит, полиомиелит, некоторые виды злокачественных опухолей, бешенство и др. До сих пор еще свирепствуют эпидемии гриппа — болезни также вирусного происхождения. Медицина и ветеринария разработали много проверенных жизнью мер, ослабляющих вредоносное действие вирусов на наш организм и организм домашних животных. Но до сих пор медицина почти не распола-

гает химическими веществами — препаратами, которые убивали бы вирусы. Легче оказалось убить туберкулезную палочку, чем вирусы.

Нет еще настоящей управы на вируса. Нет таких веществ, которые гарантированно убивали бы вирусы так же, как убивает бактерий, например, пенициллин.

Но, кажется, «химическая управа» над ними возможна. Помогут фитонциды.

Профессор Д. Д. Вердеревский убежден, что иммунитет растений к вирусам подчиняется тем же законам, которые открыты учеными в отношении бактерий и грибов. Главным фактором естественного иммунитета растений в отношении вирусов являются фитонциды. С абсолютным большинством вирусов каждый вид растения справляется хорошо, и лишь некоторые вирусы в ходе эволюции преодолевают вредоносное влияние фитонцидов и становятся болезнетворными для данного вида растений.

Так ли это? Вопрос, конечно, еще не бесспорен, но множество фактов действительно говорит за то, что в живых тканях растений и в свежевыжатых из растительных тканей соках содержатся какие-то вещества, подавляющие жизнь вирусов, не допускающие их размножения.

Много потрудился при изучении факторов иммунитета пасленовых к вирусу табачной мозаики ученик Д. Д. Вердеревского М. Я. Молдован. Он измельчал в ступке листья исследуемых растений — табаков и помидоров. Затем отжимал сок, к нему прибавлял вирус табачной мозаики. Контролем служили те же вирусы, но находившиеся не в фитонцидных соках растений, а в воде.

Не будем рассказывать подробности, интересующие узких специалистов. Главное заключается в том, что соки растений, более стойких к вирусу табачной мозаики, более подавляют его, чем соки восприимчивых растений.

Воспользовался ученый и самой современной техникой видения мельчайших частиц — электронным микроскопом. Теперь мы можем «видеть» вирусы, точнее сказать, можем фотографировать их при увеличении в сотни тысяч раз.

Что же увидел Молдован? Он подвергнул вирус табачной мозаики действию различных экстрактов из



Рис. 69. Вирус табачной мозаики.

листьев дурмана, а в других опытах — из листьев табака и других пасленовых растений.

О чем же «рассказала» Молдовану электронная микроскопия?

На рис. 69 — фотография нормального вируса табачной мозаики. Мы видим палочки длиной 300 миллимикрон и в поперечнике 15 миллимикрон.

Под влиянием фитонцидных клеточных соков семян табака, а также сока сахарной свеклы, лука или чеснока через несколько часов размножение вирусных частиц резко подавляется. Например, в экстракте из семян табака в микрокапле определенного размера окажется всего 6 вирусов, а в это время в контрольной такой же капле их 784.

Под влиянием фитонцидов семян табака происходит лизис («растворение») вирусных частиц. В этих случаях

(рис. 70) мы не увидим нормальных вирусов, а заметим лишь кусочки разрушенных вирусных частиц.

Влияние других фитонцидов сказывается в том, что вирусные частицы как бы слипаются. Это имеет место в случае действия фитонцидов сока алоэ или агавы (рис. 71).

И другие наблюдения сделал М. Я. Молдован. Он изучил действие на вирус табачной мозаики сока сахарной и столовой свеклы, петрушки, смородины, липы, капусты, агавы, алоэ и иных растений. Главный вывод: растительные вещества влияют на сам вирус, а не на клетки хозяина.

Как видим, интересное начало положено молдавскими учеными в борьбе с вирусами.

Положено начало (имеино только начало!) и в изучении влияния фитонцидов на вирусы, вызывающие болезни животных.

...В 1954 году в возрасте 86 лет умер прекрасный человек, большой и скромный ученый доктор Василий Гаврилович Ушаков. Его называли «совестью медицинского Ленинграда». Он был в конце прошлого столетия одним из первых учеников еще молодого тогда И. П. Павлова, свидетелем работ великого И. И. Мечникова и Луи Пастера. Мечников в Одессе, а Ушаков вместе с другими учеными в Петербурге создали первые в России медицинские учреждения по борьбе с бешенством — пастеровские прививочные станции. Ушаков был лучшим в СССР знатоком вирусов, и особенно вируса бешенства. Будучи горячим сторонником исследований фитонцидов в интересах медицины, В. Г. Ушаков вместе с А. Г. Филатовой и со мною поставил разведывательные опыты по влиянию фитонцидов чеснока и лука на вирус бешенства. Известно, что если кусочек мозга бешеного животного вводить здоровому, то неизбежно развивается болезнь. Мы были весьма удивлены, увидев, как сильно ослабляется или даже совершенно прекращается действие «бешеных» мозгов, если перед введением здоровому организму подержать их в течение десятка минут в посуде с летучими фитонцидами чеснока или лука. Увы! В связи со смертью В. Г. Ушакова эти опыты были прекращены.

В настоящее время благодаря открытиям других ученых обоснована полная уверенность в том, что фитонциды пригодятся медицине и ветеринарии. Пионером



Рис. 70. Разрушение вирусов под влиянием фитонцидов семян табака. Видны остатки вирусов.

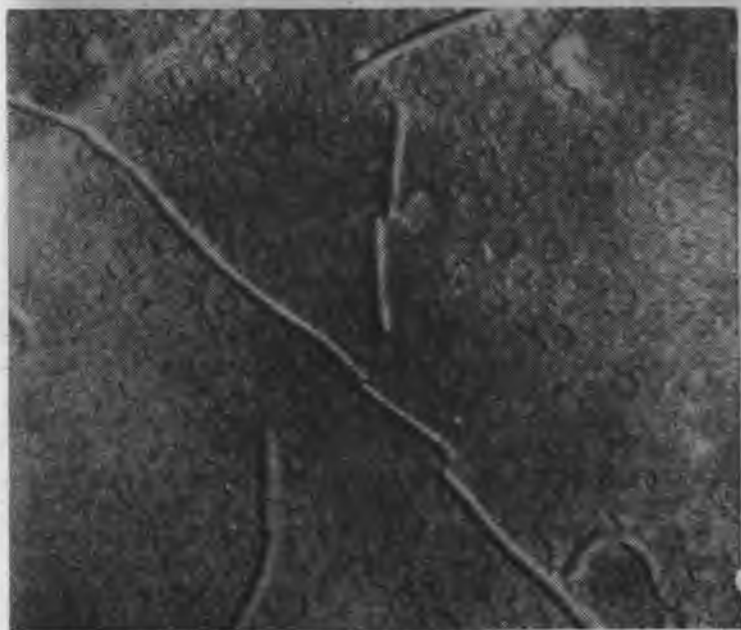


Рис. 71. Агрегация вирусных частиц под воздействием сока алоэ.

работ по влиянию фитонцидов на вирусы был Василий Гаврилович Ушаков. Но, конечно, исследование Ушакова, Филатовой и мое о вирусе бешенства носило самый предварительный характер и представляет лишь теоретический интерес хотя бы уже потому, что вирус бешенства, этот враг человечества, давно покорен медициной. Знаменитый французский ученый Луи Пастер еще в прошлом веке дал верное оружие борьбы против бешенства — прививки, останавливающие полно-



Рис. 72. Больная ящуром корова.



Рис. 73. Язвы на нижней и верхней губах у больной ящуром коровы.

стью развитие болезни человека после укуса его бешеным животным.

В этой книге я с удовольствием обнародую имена двух скромных советских ученых, сделавших важные шаги на пути использования фитонцидов в борьбе с вирусами. Одно открытие принадлежит заслуженному ветеринарному врачу РСФСР Ф. М. Спиридонову. Благодаря смелой научной инициативе ему удалось разработать новые меры борьбы с ящуром. Это заразная болезнь крупного рогатого скота, свиней, овец, оленей, а также диких животных — серн, козульт, антилоп, яков, зубров и др. (рис. 72). Ящур очень заразная болезнь, она быстро распространяется, поражает все поголовье стада и приводит многих животных к гибели или они теряют полезные человеку качества.

В 1952—1953 годах в некоторых хозяйствах Тамбовской области ящур вызвал большое бедствие — погибло много молодых животных, на два месяца были закрыты санные пункты в Мичуринске; выживший молодняк оправился лишь через год-два. Виновником ящура является чрезвычайно заразный вирус, выделяющийся разными путями из организма заболевшего животного (через слюну, молоко, мочу). Трудно уберечь здоровое животное от заболевания ящуром. Достаточно тысячной доли капли зараженного материала, чтобы вызвать болезнь. Вирус ящура очень стоек к внешней среде. В замороженном состоянии он может сохранять свою силу месяцами. В замороженном мясе больных животных вирус ящура может сохраняться до 150 дней, в мерзлом навозе он остается жизнедеятельным более 40 дней. Заболевшее животное впадает в лихорадочное состояние, температура тела повышается до 40—41 градуса, появляется много других признаков болезни. На рис. 72 изображено больное животное. Обильно тянущимися вниз нитями выделяется слюна, образуя пенистую массу в уголках рта. Через день, два, три от начала заболевания на слизистой оболочке рта, на вымени и в других местах появляются пузырьки, которые затем лопаются, и на их месте остаются разной величины язвы — ярко-красные влажные участки больной обнаженной слизистой оболочки (рис. 73). Ящуром могут заболеть и люди. К счастью, это случается очень редко. В ротовой полости, а также на руках, на ступнях ног появляются пузырьки и язвы (рис. 74).

Что же сделал Спиридонов?

Он создал так называемую противоящурную фитонцидно-тканевую вакцину, которую с успехом применил в разгар эпидемии в угрожающих ящуром хозяйствах с предупредительной целью против ящура крупного рогатого скота и свиней. Не будем говорить подробно о приготовлении вакцины, отметим лишь, что в ее состав введены фитонциды... тополя. Да! Фитонциды листьев душистого тополя. В августе — сентябре в условиях тамбовского леса Спиридонов собирал листья этого дерева, высушивал их в затемненных местах, измельчал, помещал в марлевые мешочки, промывал в воде, отжимал и заливал крепким спиртом. Полученный настой отфильтровывался и использовался при изготовлении вакцин. Фитонциды тополя надежно ослабляют вирус ящура,

содержащийся в вакцине, устраняют его злокачественность. Спиридонову требовалось показать целебную силу новой вакцины на практике. Как он это сделал?

Уверенный в своей правоте, ученый предложил и осуществил следующий смелый опыт перед комиссией специалистов — знатоков болезней рогатого скота. 10 и 17 мая 1954 года 132 коровам колхоза «Красный тулянец» Рассказовского района Тамбовской области, за исключением двух животных, была введена шприцем под



Рис. 74. Поражение ящуром рук у человека: слева — на ладони видно много пузырьков; справа — видны язвы.

кожу новая противоящурная вакцина в количестве пяти кубических сантиметров каждой корове. Через 9 дней после последнего введения вакцины с целью проверки действительности ее были взяты для исследования девять вакцинированных коров и те две контрольные, которым вакцина не вводилась. Все одиннадцать коров были заражены злым вирусом ящура путем нанесения заразного начала зубной щеткой на слизистую оболочку верхней губы. После этого все коровы содержались в общем открытом загоне, на одном выпасе на площади один гектар. Водопой производился из общей колоды. Нетрудно представить себе, как волновался Спиридонов в ожидании результата опыта!

Итак, 26 мая под кожу девяти вакцинированным коровам и двум контрольным был введен вирус ящура, и создатель новой вакцины должен был целый месяц, до 26 июня, волиоваться в ожидании результатов смелого опыта. Ежедневно утром и вечером измерялась температура коров, и комиссия часто изучала состояние их здоровья. Вакцина выдержала проверку! У вакцинированных коров в течение месяца не было обнаружено никаких признаков ящура, и температура животных оставалась нормальной. Что же случилось с контрольными коровами, которым, как и вакцинированным, введено было в одно и то же время и в таком же количестве разное начало? Через двое суток они заболели ящуром в тяжелой форме. После этого Спиридонов смело использовал свое предохранительное лекарство в борьбе с ящуром, и фитонциды тополя уже играли полезную роль.

Много лет прошло после открытия Спиридонова, но оно не стало достоянием практики. Почему? Автор этой книги не вправе решать вопросы ветеринарии, но он обязан воспользоваться этой книгой как открытым письмом и задать вопросы. В самом деле — почему не прислушался к наблюдениям Спиридонова? Вскрыты какие-либо ошибки? Или мешает скептицизм в отношении фитонцидов? Или открыты более действенные средства борьбы с ящуром? Да, конечно, наука идет вперед. Созданы действенные вакцины против ящура, но уже были случаи появления таких типов вирусов, в отношении которых вакцины оказались бессильными.

Имя другого исследователя, изучавшего влияние фитонцидов на вирусы, — Вера Петровна Короткова, сотрудница Института экспериментальной медицины в Ленинграде. В скромной роли лаборанта-вирусолога, в обстановке постоянных сомнений других сотрудников лаборатории, из года в год Короткова искала химические средства борьбы с вирусом гриппа. Изучив многие вещества, она решила заняться и фитонцидами высших растений. Она взяла из нашей лаборатории ряд фитонцидных препаратов и поразилась тем, что некоторые из них подавляют размножение вируса гриппа. Заинтересовали Короткову фитонциды листьев того же тополя, фитонциды антоновских яблок, корней кровохлебки, кизила и в особенности листьев эвкалиптовых деревьев. Самым полезным оказался эвкалиптус виминалес.

В соприкосновении с фитонцидами этого дерева вирус гриппа прекращает размножаться, что и выяснила очень подробно Короткова в опытах вне человеческого организма, на развивающихся куриных зародышах, которые ученые используют в своих исследованиях вируса гриппа. Исследовательница положила начало изучению эвкалиптового препарата и на вирус гриппа у людей.

Если орошать жидким препаратом из листьев эвкалипта полость рта и зев людей, у которых в этих местах имеется вирус, то уже через один час заметно подавление приживляемости вируса к слизистой оболочке верхних дыхательных путей. Это еще далеко не лечение гриппа фитонцидами; потребуется много труда, чтобы приготовить фитонцидные препараты, гарантированно излечивающие от гриппа или предупреждающие заболевание, но превосходное начало работами Коротковой уже положено.

Доктор В. М. Коротков успешно применил фитонциды чеснока при гриппе и катарах верхних дыхательных путей во время вспышек гриппа в 1954, 1955 и 1959 годах. Под наблюдением было 10 117 больных. Доктор Коротков в профилактических целях применял чеснок, а также и лечил чесноком заболевших гриппом. Хотя автор этих строк не врач и, конечно, не намерен рекомендовать читателям способы использования чеснока, он решается рассказать подробности наблюдений доктора Короткова. Его больные получали внутрь 3 раза в день по 20 капель спиртовой настойки чеснока или чесночный сок по 8 капель в нос каждые три часа 3 раза в день, по 5—6 капель 10-процентной спиртовой настойки чеснока или 10-процентного чесночного сока на физиологическом растворе с новокаином.

Постельным больным доктор Коротков рекомендовал давать каждые три часа по 8 капель чесночного сока на столовую ложку молока, подогретого до 45—50 градусов, до исчезновения катаральных явлений и снижения температуры. Рекомендовалось применять фитонциды чеснока при ежедневных двукратных ингаляциях по 10 минут. Результаты были превосходными.

С этими наблюдениями перекликаются не менее успешные попытки врача И. Е. Новикова. О его смелых способах использования фитонцидов при лечении желудочно-кишечных заболеваний мы уже говорили. Но он использовал также изобретенный им ингалятор и для

лечения больных гриппом. И опять-таки летучими фитонцидами чеснока.

Случайно ли все это? Не боясь возбудить гнев скептиков медиков и дать повод упрекнуть в знахарстве, скажу откровенно: пока не будут раскрыты все тайны вируса гриппа и его взаимоотношений с клетками наших тканей, пока не будет найдена настоящая управа на вирус, дурно пахнущий чеснок останется одним из лучших средств против гриппа.

Интересны поиски противовирусных химически чистых веществ растительного происхождения. С. А. Вичкаева и Л. В. Горюнова испытали 107 соединений — алкалоиды, сапонины, полифенолы. Среди этих веществ особенно интересным оказался госсипол из хлопчатника шерстистого. Продолжительность жизни мышей, которым вводили вирус вместе с госсиполом, значительно больше, чем тех, которых заражали вирусом без этого вещества. Подобные поиски представляют интерес.

К сожалению, еще недостаточно химиков работает вместе с врачами. Ведь медицине для борьбы с гриппом надо дать более совершенный препарат, чем водная или спиртовая вытяжка фитонцидов из листьев растений. Не всякий хороший химик готов рисковать тратить свои силы на совершенствование фитонцидных препаратов против вирусов. Это и понятно, если вспомнить, сколько было забраковано научной медициной противовирусных средств. Это неплохо, так как заставляет ученых всесторонне изучать новые лекарства, прежде чем врач отважится лечить больного. Но всякие излишества вредны, не полезны и излишние сомнения. Скептицизм должен иметь границы, и следует приветствовать новаторов в науке, в частности врачей, пытающихся заставить фитонциды служить подспорьем нашему организму в его борьбе с бактериальными, грибковыми и вирусными заболеваниями. Конечно, следует помнить, что наука — это не поделка сапог по готовому стандарту, и нельзя обвинять ученых, если в результате трудной, длительной работы могут получиться плохие «научные сапожки», которые приходится браковать. Это не позорно, такой «брак» почти неизбежен в науке.

История науки богата трагедиями ученых. Не раз новое встречалось в «штыки». Надо помнить об этом и давать «зеленую улицу» тем новаторским поискам, которые заведомо не могут принести вред.

Медицина начала использовать... туманы. В кубическом сантиметре городского воздуха содержится от 10 до 100 тысяч мельчайших частиц. Это твердые частицы (пыль), но это и частицы жидкости — туман или смешанного характера дым. Всем этим частицам дают название аэрозолей. Медицина пытается использовать аэрозоли для предупреждения заболеваний и в лечении человека.

Лекарства можно дать в воздух в аэрозольном состоянии. Мне кажется, наука совершила бы преступление, если бы не попыталась использовать фитонциды. Но, конечно, предстоит работать и работать, работать много, прежде чем можно будет рекомендовать в виде фитонцидов вещество, могущее сослужить службу для предупреждения или лечения заболевания. Надо радоваться тому, что новаторы в этой области появились.

Строго научные исследования в этом направлении уже начались. Антимикробный препарат из зверобоя новоимани широко применяется в медицинской практике именно при аэрозольном лечении различных гнойно-воспалительных заболеваний верхних дыхательных путей.

ПРОСЬБА К УЧЕНЫМ-ВЕТЕРИНАРАМ

Помнится, когда я начал работать над первым изданием этой книги, с какой осторожностью и даже боязнью написал я несколько страничек об использовании фитонцидов в ветеринарии — области, далекой от моих знаний. И сейчас я, в сущности, не в праве уверенно говорить о профилактике и лечении животных. Ветеринария — наука не менее сложная, чем медицина. Недостаточно одного желания содействовать развитию науки, надо знать состояние ее. И в то же время не имеешь права молчать, когда кажется, что ученые-ветеринары слишком мало воспользовались биологическим учением о фитонцидах. Казалось бы, все благоприятствует животноводу и птицеводу, а также ветеринарным врачам развивать исследования фитонцидов. Можно быть и более смелым в исследованиях, чем в области медицины, ибо на человеке нельзя экспериментировать, а на животных, как это ни грустно, ставить опыты приходится. Ученому-ветеринару должно помогать и то, что взаимоотношения между организмами многих жи-

вотных и растений более ясны, чем взаимоотношения человеческого организма и растения.

Особенно много известно о жвачных животных и о кормовых растениях. А между тем фактом (конечно, странным и грустным) является невнимание животноводов и ветеринаров к высшим растениям, к учению о фитонцидах.

Ветеринария продолжает идти в этом отношении лишь по пути человеческой медицины, пытаясь применять в лечении животных только те антибиотики, которые создаются для человека. Трудно дать анализ такому странному состоянию ветеринарии. Ведь животноводы и ветеринары, образно говоря, живут со своими объектами в постоянном окружении фитонцидов. Корову и овцу, к примеру, и представить нельзя вне растительного корма, вне пастбища, вне трав, вне летучих фракций фитонцидов.

Может быть, невнимание к фитонцидам определяется причинами, не относящимися к самой науке, а больше психологическими? Может быть, животноводу и ветеринарному врачу приходится опасаться упреков в «знахарстве», в «стародедовских приемах», если они уделяют большее внимание тому, что едят домашние и сельскохозяйственные животные, чем дышат они в условиях лугов, степей, лесов.

Прекрасное начало исследованиям фитонцидов в интересах ветеринарии положил в свое время известный ученый В. И. Полтев, но это начало так и осталось началом. Пусть это не звучит упреком моему другу: пишу об этом лишь с оттенком грусти и сознаю, что каждый ученый влюбляется в свои научные задачи и не хватает времени и сил откликаться на «чужие» проблемы.

Инициатива новых исследований, как и в разработке многих вопросов проблемы фитонцидов, принадлежит украинцам. Киевлянка А. С. Бондаренко изучала фитонцидные свойства кормовых растений. 600 видов растений исследовала! Кормовые растения заслуживают этого!

Сложные и загадочные процессы совершаются в желудочно-кишечном тракте жвачных животных. Микроорганизмы играют большую роль в пищеварении травоядных животных, они — верные друзья животного, так как в результате деятельности микроорганизмов формируются важные для животного вещества, не содержа-

щиеся в поедаемой траве. В пищеварении жвачных участвуют микроорганизмы, разлагающие целлюлозу, микроорганизмы, играющие роль в строительстве жирных кислот, витаминов. Микроорганизмы участвуют в разложении белков и во многих других процессах.

Особенно загадочна до сих пор та часть пищеварительного тракта жвачных, которая называется рубцом. Этот прозаический орган — настоящая научная поэзия для исследователя! Много загадок таит еще рубец. Если распутать их, наверное, много значительного можно сделать не только для животноводства и ветеринарии, но и для медицины.

Травоядные! Вот уже кто — настоящие дети растений. Кишечный тракт их, особенно рубец, — это сложнейшее сообщество микроорганизмов, «любящих», «нейтральных» и «ненавидящих» друг друга, а также друзей животного, их добрых сожителей — симбионтов. Но много и вредных бактерий может понасть в желудочно-кишечный тракт коровы, овцы или лошади.

Состязание микроорганизмов между собою и их влияние на организм животного происходят на основе процессов обмена веществ, и, конечно, не последнюю роль играет продукция фитонцидов.

Перед ученым-животноводом возникают задачи: каковы фитонцидные свойства кормовых растений, какое влияние они оказывают на микроорганизмы желудочно-кишечного тракта, на различные пищеварительные функции? Нельзя ли воспользоваться фитонцидами определенных кормовых растений для предупреждения заразных заболеваний, для борьбы с болезнетворными микробами? Нельзя ли создать новые антибиотические препараты из кормовых растений, более полезные для животных, чем те препараты, которые используются в человеческой медицине?

Уже говорилось, что А. С. Бондаренко и ее коллеги В. А. Приходько, Г. Т. Петреико, А. А. Мещеряков и Т. И. Скоробогатько изучили фитонцидные свойства свыше 600 видов кормовых растений, произрастающих на полях (в культуре) и на природных сенокосах и пастбищах Украинской и Туркменской республик. Все они в той или иной степени бактерицидны, но, конечно, фитонциды каждого растения губительно действуют не на все испытанные бактерии, а на определенные группы их. Так, фитонциды дикорастущего многолетнего растения

псоралеи костянковой из семейства бобовых очень действительны в отношении грамположительных бактерий, в очень небольших концентрациях полностью подавляют туберкулезную палочку, стрептококк, золотистый стафилококк, возбудитель дифтерии. Бондаренко нашла фитонциды, активные в отношении возбудителей сибирской язвы, рожи, дерматофитов и других патогенных для сельскохозяйственных животных микроорганизмов.

А. С. Бондаренко обособила ряд интереснейших для биологии проблем. Так, она доказала, что жизнь многих бактерий, ответственных за скисание молока, подавляется фитонцидами некоторых кормовых растений. Конечно, возникает вопрос — не оказывает ли влияние скормливание определенных растений на сроки хранения молока? Бондаренко приводит пример, что скисание молока, надоенного от коров, получавших силос из борщевика Сосновского, наступает на 8—10 часов позднее обычного.

Напрашиваются мысли о том, не следует ли давать животным перед убоем растительный корм, фитонциды которого, грубо говоря, пропитали бы все ткани, что благоприятно сказалось бы на разрешении задач о способах хранения мяса.

Мне не стыдно вспомнить, как два не причастных к ветеринарной науке человека — покойный академик А. А. Заварзин и я, не имеющие отношения к вопросам хранения мяса, рассуждали — а нельзя ли перед убоем свиней вводить в их кровеносную систему фитонцидные противомикробные жидкости, с тем чтобы день-другой они поддерживали ткани трупа в активном противомикробном состоянии.

И причиной таких мечтаний (может быть, и справедливых) в прозаических вопросах хранения мяса свиней было, конечно, далеко не только то, что эти мечты родились в голодные дни военных лет, когда не только свиное мясо, а кусочек черного хлеба был для нас дороже платины. Наверное, это влияло на мечты, но мы располагали вполне научными наблюдениями нашего коллеги и друга, тогда доцента Томского медицинского института, ныне академика Академии медицинских наук И. В. Торопцева, специалиста по болезненному состоянию тканей человека. Он выполнил превосходную докторскую диссертацию о том, какое влияние оказывают фитонциды пищевых растений на ткани легких, почек,

печени и других органов кролика. Эти фитонциды подавались в организм животного путем вдыхания им летучих фракций фитонцидов.

Много интересного описал Торопцев, а в частности и то, что если кролик подышал фитонцидами чеснока, то многие дни после этого все ткани его еще пахнут чесноком. Я и сам ставил такие опыты.

Возникает много важных проблем для науки. Не мешает их разрабатывать в интересах животноводства и ветеринарии. Уж если мы «залезли» в чужую область исследования и даже предались откровенным сентиментальным воспоминаниям, то будем откровенны до конца. Например, нельзя ли объяснить давно известный, но непонятный факт долгой сохранности трупов клестов тем, что эти птицы, поедая семена хвойных, пропитываются их фитонцидами?

Однако мы отклонились от вопросов ветеринарии. Возвратимся к работам А. С. Бондаренко и ее товарищей. Мне кажется, вполне обоснованы следующие важные выводы, к которым пришли исследователи:

«В процессе эволюции травоядных животных, проходившей в теснейшем контакте с кормовыми растениями, нормальная микрофлора желудочно-кишечного тракта должна была адаптироваться к веществам растений, наиболее часто употребляемых животными в пищу, но высокие их концентрации, по-видимому, оказывают определенное действие на отдельных представителей микроорганизмов пищеварительного тракта, являясь, вероятно, одним из факторов их естественного равновесия».

Среди кормовых растений существуют виды, обладающие высокой антимикробной активностью. Возможно, ими в большинстве случаев окажутся растения, не занимающие значительного места в питании травоядных животных при благоприятных условиях их кормления. Можно предположить, что определенное содержание таких видов растений в кормовых рационах животных будет оказывать профилактическое и лечебное действие при некоторых заболеваниях животных, ускорять их рост и пр. С другой стороны, вероятно, длительное скармливание животным больших количеств растений, продуцирующих высокоактивные антибиотики, может оказаться для животных вредным, губительно действуя на полезную микрофлору их пищеварительного тракта.

Изучение всех этих и других вопросов, связанных

с продуцированием кормовыми растениями антимикробных веществ (а также веществ, стимулирующих рост микрофлоры пищеварительного тракта животных и их патогенной микрофлоры), будет способствовать успешному развитию животноводства и повышению его продуктивности.

НАДО УЛУЧШАТЬ ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА НАШЕГО ОРГАНИЗМА

Науки не могут развиваться оторванно друг от друга. Ученые, желающие правильно использовать фитонциды для лечения болезней, должны быть тесно связаны с физиологией — наукой, изучающей работу всех органов человека. Благодаря гению Ивана Петровича Павлова физиология достигла сияющих вершин познания. Иван Петрович Павлов — слава и гордость русского народа.

Науке многое стало известно о самых сложных из всех явлений на земном шаре — о нервной системе, о мозге, о том, как они устроены и как работают.

Благодаря учению И. П. Павлова мы все лучше и лучше узнаем законы жизни здорового организма, причины развития болезней и способы борьбы с ними.

Наш организм устроен так, что все его отправления (дыхание, питание, работа мышц и т. д.) самым тесным образом связаны друг с другом. Организм является единым целым, а не собранием каких-то независимых частей (органов, тканей и клеток). Главенствующее значение в жизни здорового и больного организма имеет нервная система.

Биологи, врачи и химики должны обязательно руководствоваться павловским учением, чтобы быстрее превращать фитонциды в хорошие лекарственные средства, готовить полноценные фитонцидные препараты для лечения болезней, чтобы правильно решать вопросы, как подать организму фитонциды — через легкие ли, вводить ли их в кровь, с пищей ли, обязательно ли подавать фитонциды к «месту» болезни.

Мы уже писали, что самым надежным бактерицидом среди всех открытых наукой является наш собственный здоровый организм.

У нас много прекрасных защитных сил: клетки-фагоциты, которые могут «пожирать» непрошено попавших

в организм вредных бактерий; бактерицидные свойства желудочного сока и других жидкостей; в крови и других тканях могут вырабатываться особые противоядия — антитела — против вредных веществ и микроорганизмов; кожа, являющаяся огромным препятствием для попадания микробов внутрь организма, и многое, многое другое.

Фитонциды и другие лекарственные вещества являются существенным помощником организма, когда он сам не справляется с болезнью, с врагами из мира микробов. Но каким образом фитонциды могут выполнить свою роль губителей микробов, роль чудесных ядов?

В стеклянной чашке убить бактерий просто. Дают антисептик, и никакие другие вещества не мешают умертвить микробов. Не то в организме. Организм наш устроен очень хорошо, но, образно говоря, он «глупый», и, когда врач дает лекарство, организм далеко не всегда «понимает», что ему хотят помочь. Организм и лекарство встречает «в штыки», оно является чуждым ему, организм может скоро изменить до неузнаваемости лекарство в крови пищеварительными соками, тканевыми жидкостями. Вот почему нельзя удивляться, что какое-либо лекарство великолепно убивает бактерий вне организма и оказывает очень слабое действие внутри организма. Бывает и наоборот.

Кто не знает, что хиин очень хорошо помогает против малярии и, будучи в крови, прекрасно убивает возбудителя болезни малярийного плазмодия. Это одноклеточный животный организм.

Мало кто знает, однако, что в опытах вне организма хинин гораздо хуже убивает малярийного плазмодия. Из этого уже видно, что не так просто превратить тот или иной фитонцид в лекарственное средство: на основании якобы слабого действия на бактерий в опытах вне организма нетрудно, так сказать, пропустить хороший препарат, могущий приносить большую пользу при введении в организм. Если не следовать павловскому учению, то не удастся использовать даже очень хороший фитонцидный препарат.

Допустим, нам надо убить патогенных простейших — трихомонад, вызывающих у женщин болезнь половых путей. Очень хорошо убивающий трихомонад в опытах вне организма фитонцид может уступать в полезности фитонциду, который убивает трихомонад медленнее, но

зато действует лучше на ткани, выстилающие половые пути, и стимулирует через нервную систему защитные силы самого организма. Приведем яркий пример, который пояснит наши рассуждения.

В лаборатории ученика Ивана Петровича Павлова академика Сперанского был поставлен следующий опыт. Перерезали все нервы, которыми снабжено ухо животного (положим, правое). Нервы другого уха не трогали. Затем в оба уха ввели микробов, вызывающих местное воспаление. Предварительно на оба уха наложили повязку с препаратом, очень мешающим заражению. Прошло некоторое время. Ухо с перерезанными нервами сильно заболело — оно покраснело, стало горячим на ощупь, отекло, то есть развилось настоящее воспаление. В то же время ухо с нетронутыми нервами оставалось почти совсем нормальным, воспаление не развивалось.

Подобных примеров можно привести немало.

Куры невосприимчивы к сибирской язве, и можно безболезненно вводить в их организм сибирезвенных микробов. Но кур можно сделать восприимчивыми к сибирской язве, если понизить температуру их тела градуса на два-три. Погрузим лапы курицы в холодную воду; если теперь мы введем в ее организм бактерий сибирской язвы, она заболеет.

Живут вместе два человека. Один болеет какой-либо болезнью, а организм другого сопротивляется и остается здоровым.

Кишечные палочки, в огромном количестве населяющие наш пищеварительный тракт, безвредны для нас, но при некоторых нарушениях нормальной работы органов могут стать болезнетворными.

Ученые на основе учений И. П. Павлова и И. И. Мечникова стали не только изучать, как убивают те или иные фитонциды микробов, но и какое действие фитонциды оказывают на наши ткани, на работу нашей нервной системы, помогают они или мешают собственным нашим защитным силам.

Из многочисленных поисков такого рода мы расскажем об исследованиях ленинградских врачей А. И. Лопковой и Е. Г. Хахалиной. Они работали независимо друг от друга, но получили очень сходные результаты. Их интересовали два вопроса: изменяется ли работа желудка, когда человек ест фитонцидные растения — лук, чеснок, редьку, хрен. Изменяются ли бактерицидные

свойства фитонцидов, когда они попадают в пищеварительный тракт? Какое влияние на фитонцидные свойства, например лука, окажут слюна, желудочный сок и другие пищеварительные соки?

Очень важный для медицины вывод напрашивается из экспериментов Лопаковой и Хахалиной.

Под влиянием пищеварительных соков происходит некоторое ослабление фитонцидов одних растений и, наоборот, усиление бактерицидных свойств фитонцидов других растений. Не менее интересно и то, что врачу Хахалиной удалось доказать большое влияние фитонцидов чеснока на продукцию желудком желудочного сока.

У больных с пониженной продукцией желудочного сока и у больных с повышенной продукцией один и тот же чесночный препарат приводил желудок к норме. Ясно, что действие фитонцидов чеснока не ограничивается убийством бактерий, они влияют и на работу окончаний нервов, на мышцы желудка, на давление в сосудах.

Особенно нуждаются в поощрении исследования по влиянию фитонцидов на нервную систему.

Выясняется, что некоторые фитонциды наряду с противомикробным действием могут обезболивать, а некоторые фитонциды являются наркотиками — усыпляющими веществами.





ЗАГАДКИ ЛЕСОВ, ЛУГОВ И СТЕПЕЙ

...Полями пахнет, — свежих трав,
Лугов прохладное дыханье!
От сенокосов и дубрав
Я в нем ловлю благоуханье...

Ив. Бунин

Лес! Сколько добрых и умных слов сказано о нем, о его роли в жизни человечества. И биологиам известно, что все животные и человек живут в конечном счете только потому, что зеленые растения могут усваивать энергию солнечного луча и строить органические вещества из простых соединений. Об этой космической, планетарной роли растений известно всем. Благодаря растениям мы — дети солнца!

А санитарные гигиенисты нам доказали, например, какую большую роль играет лес, очищая воздух от пыли. А. А. Молчанов создал гимн лесу в статье, напечатанной в журнале «Здоровье» (№ 1 за 1973 г.).

«В лесу, — пишет он, — почти нет пыли, в то время как даже в полевом воздухе, не говоря уже о городском, ее содержится до 25 граммов в одном кубическом метре. Ученые подсчитали, что кроны еловых деревьев на одном гектаре задерживают ежегодно 32 тонны пыли, сосновых — 36, дубовых — 56, буковых — 63 тонны».

Вспомним, о чем говорилось в начале книги. Один гектар можжевельного леса может за сутки выделить в воздух 30 килограммов летучих фитонцидов! Этим количеством в точных лабораторных опытах можно уничтожить такое количество микробов, которое находится во всех закоулках большого города!

Ялтинский ученый Мария Николаевна Артемьева выяснила, что один гектар лиственных лесов выделяет за сутки около 2 килограммов летучих органических соединений, а один гектар хвойных лесов — 5 килограммов.

Артемьева провела многолетнюю работу, изучив фитонцидные свойства 1112 видов и сортов культивируемых и дикорастущих растений Южного берега Крыма. Она выяснила, что выделяемые растениями летучие фитонциды влияют на микробов воздуха.

В молодом сосновом бору и в кедровых лесах наблюдается фактически стерильный воздух. Если даже и близки к этим лесам населенные пункты, все равно воздух в лесах почти не содержит бактерий, хотя там, где живут люди, где есть жилища, всегда много бактерий. Вспомним опыты ученого-лесовода П. И. Брынцева, который доказал, что листья березы, клена, дуба, лещины, ивы и других растений продуцируют в воздух летучие фитонциды в огромных количествах. Вспомним, наконец, А. М. Думову и Б. С. Драбкина, доказавших, что выделяющиеся из неповрежденных декоративных растений фитонциды оказывают влияние на микрофлору воздуха.

Некоторые исследователи считают, что в одном кубическом метре воздуха в лесу содержится только около 500 бактерий, а в больших городах — 36 000! О других опытах, с более «сенсационными» результатами, не будем рассказывать.

Богат и чудесен зеленый мир на земном шаре. В растительном мире еще много неизведанных тайн. Мы даже не изучили еще точно, как влияют разные типы лесов, лугов, степей на микробное население окружающего воздуха.

Украинский ученый академик 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 высказал 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

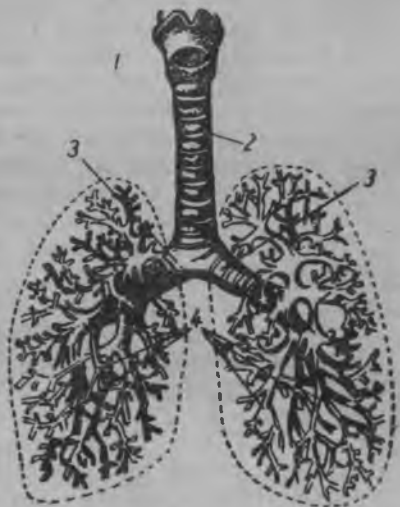


Рис. 75. Легкие человека:

1 — гортань; 2 — дыхательное горло; 3 — бронхи; 4 — веточки бронхов.

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 уподобить сильно разветвленному дереву (рис. 75). Гортань переходит в дыхательное горло, или, как его называют иначе, трахею. Эта длинная дыхательная трубка проходит в грудную полость, где делится на правую и левую ветви, называемые бронхами, которые и входят в легкие. В тканях легкого они все более и более ветвятся, становясь мельчайшими бронхами. Концевые части этого «дерева» — так называемые альвеолы. Их очень много — до 300 или даже до 400 миллионов. Стенки альвеол очень тонкие, податливые, эластичные. При вдохе расширение

легких происходит как раз за счет растяжения альвеол. Строение клеток, из которых состоят стенка альвеол, приспособлено к газообмену — к поглощению кислорода и отдаче углекислого газа. Стенки всех альвеол обоих легких человека обладают огромной поверхностью — до 100 квадратных метров!

Мы уже знаем, что при вдыхании летучие фитонциды могут незамедлительно попасть в кровяное русло и разнестись 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!

Ученые интересуются, конечно, не только влиянием летучих фитонцидов на микробов, находящихся в воздухе, но и тем, какое влияние оказывают фитонциды растений на организм здорового и больного человека.

Интересны исследования Е. С. Лахно, Т. В. Старовойтовой, А. Н. Сверчкова, И. В. Козловой и других киевских ученых — специалистов по санитарной гигиене. Они попытались дать разностороннюю гигиеническую оценку лиственных и хвойных лесов, а не только их бактерицидные свойства. Они, в частности, изучали ионизацию приземных слоев воздуха в связи с жизнедеятельностью растений. Степень ионизации кислорода имеет большое значение для здоровья людей.

Врач И. И. Кияницын содержал кроликов и морских свинок в воздухе с обычным количеством кислорода, но в котором не было ионизированных молекул. Животные погибали. «Кислород, да не тот», — говорит специалист в области ионизации воздуха А. Л. Чижевский. Для здоровья людей полезными оказались так называемые легкие ионы, особенно отрицательного знака. Летучие вещества растений способствуют ионизации. Профессора А. А. Минх и А. Л. Чижевский утверждают, что в воздухе над лесами в одном кубическом сантиметре содержится 2000—2500 легких ионов, а в районе озелененного Сестрорецкого курорта под Ленинградом число легких ионов в одном кубическом сантиметре доходит до 15 000. В чистой же атмосфере без влияния леса число их равно 1000, а в закрытых многолюдных помещениях — всего от 25 до 100. Не будем вдаваться в подробности,

доступные пониманию физиков: чем вызываются электрические явления, от которых зависит ионизация воздуха, и т. п. Важен сам факт влияния летучих фитонцидов на ионизацию воздуха. Наряду с легкими ионами в воздухе присутствуют тяжелые ионы, в больших концентрациях угнетающие состояние человека. Тяжелых ионов бывает много в непроветриваемых помещениях и в узких горных ущельях. Так утверждает доктор сельскохозяйственных наук ленинградец С. В. Велов. Он пишет: «На основе длительных клинических наблюдений врачи-курортологи пришли к следующим рекомендациям. Такие помещения, как спальни, залы отдыха, веранды, спортзалы, следует располагать таким образом, чтобы они выходили на ту сторону зданий, которая больше всего подвергается воздушным течениям, несущим более ионизированный отрицательными ионами воздух с гор и лесных массивов. При ветрах, дующих с моря, количество отрицательно заряженных ионов уменьшается. На обширной Русской равнине, где горы отсутствуют, важным фактором в обогащении воздуха ионизированным кислородом являются леса, а ветер доставляет его близлежащим городам и поселкам. Причем, оказывается, леса выполняют эту роль полноценно в течение всего бесснежного периода, включая весну и осень. В зимнее время, при наличии снега и мерзлой почвы, ионизирующая роль лесов снижается примерно в 2 раза. Эти факты свидетельствуют о том, что лес ионизирует не только тот кислород, который он сам выделяет, но и другие массы кислорода, приносимого ветрами из других мест. Таким образом леса выполняют гигиеническую функцию по обеспечению атмосферы биологически активным кислородом круглый год».

В последние годы выдающуюся работу в этом направлении в связи с озеленением городов провела В. Н. Власюк в лаборатории энтузиаста проблемы фитонцидов — московского ученого П. И. Брынцева.

Не будем петь только гимны растениям. Когда речь идет о помощи больному человеку, требуется точно знать, а не вредно ли для него то, что очень полезно для большинства здоровых людей. При некоторых болезнях и чистая вода не безвредна, и врачу приходится решать, в каком количестве человек должен пить ее. Некоторые люди не переносят землянику. Что же говорить о лесе, с многообразным его влиянием на организм!

Большую работу провел врач Л. З. Гейхман. Он изучал влияние фитонцидов хвойных лесов на больных сердечно-сосудистыми заболеваниями. Оказывается, нельзя увлекаться только антимикробными свойствами летучих фитонцидов лесов. Некоторые сердечные больные в жаркие летние дни плохо себя чувствуют, находясь в густом сосновом бору: у них повышенная чувствительность к летучим органическим веществам, вдыхаемым с воздухом.

Многие врачи и больные внимательно прислушиваются к настойчивым рекомендациям Гейхмана. Он — не враг фитонцидов, а большой доброжелатель. Что же он считает безусловно доказанным? Плохую переносимость в жаркое время климата хвойного леса больными гипертонической болезнью. Надо ждать дальнейших доказательств правильности этого важного утверждения и доказательство того, что неблагоприятное влияние вызывается именно летучими фитонцидами. Всем ли сердечным больным следует опасаться проводить жаркое время в хвойном лесу?

Оптимистические, уверенные выводы из своих наблюдений делает Гейхман в отношении летучих фитонцидов в дубовых рощах. Вдыхание летучих веществ дуба сопровождается отчетливым снижением артериального давления у гипертоников, улучшением сна, повышением насыщения артериальной крови кислородом и другими хорошими показателями.

Сколько новых вопросов поставлено учением о фитонцидах перед санитарными гигиенистами, специалистами по озеленению городов, врачами-курортологами, перед деятелями профилактической (предупреждающей болезни) медицины. Между тем у части ученых имеется скептицизм в отношении фитонцидов. Законен ли он? Конечно, умеренный скептицизм всегда должен быть в новом деле, особенно у ученого, желающего лечить больного или предупреждать болезни.

Нет никаких оснований думать, что любое древесное растение выделяет летучие фитонциды, убивающие любую бактерию, что вокруг каждого растения имеется совершенно безбактериальная зона воздуха, что выделяемые в атмосферу летучие фитонциды должны спасать всех больных. Не надо ждать чудес! Но если деревья, травы, кустарники хоть немного помогают очищать воздух не только от пыли, но и от вредных микробов, если

они улучшают деятельность нашего организма, — сколь неоправданно игнорирование растений и их фитонцидов. Если быть последовательным, то надо подвергать все сомнениям. Например, многие санитарные гигиенисты придают большое значение озону, но известно, сколь скромны его антимикробные свойства. Было бы неразумным, однако, отвергать значение озона.

Все ли известно нам? Не пора ли по-новому отвечать на вопросы: какого типа леса, луга и степи наиболее благоприятны для того или иного вида лечебных учреждений? Не пора ли биологам и медикам, вооружившись современными достижениями физики и химии, их приемами изучения веществ и явлений, поставить перед собой огромную медико-биологическую задачу о влиянии леса на человека. Для химика и физика найдутся интереснейшие проблемы определения незначительных количеств тех или иных фитонцидных веществ, вдыхаемых нашими легкими и влияющих не только на бактерии, но и на наше дыхание, на нервную систему. Ученые-физиологи, изучающие жизнь и деятельность глаза, найдут много еще неизвестного о влиянии на организм человека красок леса. Очень сложно влияние леса на нервно-психическую деятельность человека.

...Напрашиваются предположения, кажущиеся излишне смелыми и излишне фантастическими, но высказывать их принуждают многие факты.

Электронно-счетные машины не подсчитали еще, сколько же миллионов тонн летучих органических веществ выделяют все растения на земном шаре в воздух, в почву, в океаны. Иностраный ученый Ф. Вент подсчитал, что эфиромасличные растения земного шара выделяют в атмосферу 175 миллионов тонн эфирных масел ежегодно. А сколько же тонн всех других веществ выделяется всей зеленой растительностью? Атмосфера нашей планеты и все воды ее, включая почвенные, насыщены фитонцидами. Идаром некоторые ученые доказывают, что и цвет неба в значительной мере определяется органическими веществами, выделяемыми растениями.

Ф. Вент в 1962 году высказал спорную, но очень интересную мысль. Миллионы тонн летучих органических веществ растений, окисляясь и распадаясь под действием света, освобождают огромное количество энергии, которое выражается в тепловой форме в поистине гигант-

ской цифре: более 10 000 000 000 000 000 000 (единица с 19 нулями!) калорий! Чтобы создать приблизительное представление об этом количестве энергии, вспомним, что здоровый человек тратит на все виды своей жизнедеятельности за сутки 2000—3000 калорий, а это приблизительно такое количество энергии, которое требуется, чтобы температуру воды, равной весу человека, поднять с 0 до 50 градусов по Цельсию. Вент предполагает, что энергия, возникающая в атмосфере при окислении летучих выделений растений, обуславливает постоянный положительный заряд атмосферы по отношению к поверхности земли. Количество этой энергии приблизительно почти совпадает с энергией всех грозовых разрядов на земном шаре за год. Это также единица с 19 нулями калорий! А грозы возникают преимущественно в местностях с обильной растительностью и крайне редко над обширными пустынями. Почти не бывает гроз зимой, когда нет обильных выделений растений. Вент и предполагает, что распределение зарядов в грозовой туче определяется тем, что в наружных темных участках тучи находятся окисленные органические вещества и там создается положительный заряд, а в центре тучи окисленных веществ нет и создается отрицательный заряд. Происходят разряды молний внутри грозовой тучи и между тучей и землей.

Может быть, Вент прав? Не будем излишними скептиками, подождем, опровергнут ли эту смелую гипотезу метеорологи и физики.

Автор этих строк просил бы читателя не отвергать и его гипотезу, касающуюся загадочного до сих пор явления миграции рыб. Какие природные силы заставляют некоторые виды рыб проделывать тысячекилометровые путешествия в океаны, почему рыба «находит» реки, в которых она отложит свои икринки? Может быть, и здесь замешаны фитонциды или продукты их разложения? Может быть, ученые мало еще внимания уделили обонянию рыб?

Органические вещества, выделяемые растениями, произрастающими в районах нерестилищ, распространяются на сотни и тысячи километров от места их возникновения. Не служат ли фитонцидные вещества («запахи») «обонятельным проводником» для мигрирующих рыб? Кто знает? Следовало бы строго научно проверить эту гипотезу.

Может быть, и для объяснения удивительных сезонных перелетов птиц на огромные пространства пригодятся фитонциды?

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 одном кубическом метре воздуха, непосредственно окружающего наземные части растений, может содержаться несколько миллиграммов летучих веществ, выделяемых растениями. Это огромное количество.

Известно, что витамины уже в ничтожнейших количествах оказывают свое действие.

Не случайно каждый из нас ежегодно ждет весеннего пробуждения нашей прекрасной родной природы, оживления лесов, буйного роста трав. Лес зовет, зовут степи, зовут растения!.. И безразлично — академик ли медицины ты или рабочий, школьник или убеленный сединами человек, — все мы, входя в лес, по-иному дышим, по-иному говорим, по-иному движемся и, позабыв всякую науку, просто и бесхитростно восклицаем: как хорошо здесь! А почему, собственно, хорошо?

Еще не разгадано много тайн удивительного влияния леса на наш организм. Есть за что писателю Леониду Леонову петь гимн лесу!

Треть всех мировых «запасов» леса находится на территории нашей Родины. 80 миллиардов кубометров древесины! Это — огромная кладовая пищи, сырья для промышленности и многого, многого другого. Но главное — это гигантская «аптека», это лечебница, это поэзия, это красивейшая часть нашего бытия. Прелестный, разнообразный растительный мир нашей планеты достоин того, чтобы вечно восторгаться им.

Как прекрасно пишет Михаил Пришвин о растениях, какие вдохновенные произведения написаны Владимиром Солоухиным! Все, что подсказала Солоухину интуиция, и все разумное, что он нашел в деяниях ученых, хотелось бы поместить здесь, в этой книге — и его музыку слов о грибах, и о траве, и о великом смирении царя природы — человека перед природой, и сердечную боль художника слова в связи с безрассудными действиями неумных хозяйственников.

Не случайно старейшее у нас Ленинградское общество естествоиспытателей избрало Леонида Леонова и Владимира Солоухина своими почетными членами, чего удостоивались великие натуралисты — Ч. Дарвин и другие таланты и гении. Художники слова — в ряду ученых-биологов, и их слово оказывает не меньшее влияние на миллионы людей, чем статьи ученых деятелей об охране природы.

Конечно, того же достоин и — увы! — ушедший из жизни мой друг Константин Паустовский. «Нет большего отдыха и наслаждения, — писал он, — чем идти весь день по... лесам, по незнакомым дорогам к какому-нибудь дальнему озеру. Путь в лесах — это километры тишины, безветрия. Это грибная прель, осторожное перепархивание птиц. Это липкие масляuki, облепленные хвоей, жесткая трава, холодные белые грибы, земляника, лиловые колокольчики на полянах, дрожь осиновых листьев, торжественный свет и, наконец, лесные сумерки, когда из мхов тянет сыростью и в траве горят светляки».

Много неясного в действии растений на наш организм, много предстоит науке выяснить и о фитонцидах, но уже и сейчас мы убежденно можем воскликнуть: побольше и почаще надо бывать в лесах, на лугах, около озер и рек! Пусть чаще радуют наш глаз деревья и травы. Почаще и глубже будем дышать прекрасными дарами природы — фитонцидами!

РАДОСТИ И ТРЕВОГИ ВРАЧЕЙ И БИОЛОГОВ

Какова будущность фитонцидов высших растений в медицине? Займут ли они видное место в лечебной медицине, и будут ли препараты из них находиться на полках аптек всех стран в качестве равноправных соседей с пенициллином и другими антибиотиками? Хотелось бы, конечно, чтобы поскорее наступило такое время на земном шаре, когда человечество, освобожденное от войн, в братском сотрудничестве всех наций воспользовалось бы по-настоящему всеми великими достижениями науки, дающими полную возможность всем людям в течение короткого периода совершенно освободиться от патогенных микробов. Это время обязательно наступит, профилактическая медицина завершит свое благородное

дело, и все болезнетворные организмы окажутся покоренными.

А пока что происходит борьба с заразными болезнями, поиски средств, все более смертоносных против микробов, поиски средств, стимулирующих наши собственные защитные силы. За последние 30—40 лет врачи всех стран, сами того не сознавая, произвели огромный опыт, равного которому не знает вся история медицины: в организмы миллионов людей введены пенициллин и другие лечебные вещества большой противомикробной мощности. Миллионы людей спасены от смерти. Эти прекрасные лечебные вещества еще и впредь сослужат службу человечеству. Но медицина и биология должны смотреть вперед и предвидеть все последствия своих действий.

А что делается с бактериями в результате использования медициной новых препаратов? Образно говоря, происходит гигантская битва человека со стафилококками, стрептококками, туберкулезной палочкой, возбудителями кишечных заболеваний, с полчищами многих других невидимых простым глазом врагов. Происходит «состязание» между медициной и микробами, о чем наряд ли думает больной, спасенный новыми лекарствами, да и большинство врачей. Ни в одном организме, ни при каких дозах хороших лекарств не происходит убийства абсолютно всех бактерий. Какие же бактерии выживают и могут служить источником новых заболеваний других людей? Выживают наиболее приспособленные к новым для них условиям жизни, наиболее стойкие, или, как говорят, наиболее резистентные. Вот почему лечебная медицина, превосходно справляясь с болезнями отдельных людей, не избавляет еще человечество от новых заболеваний. Более того, происходит изменение заразных начал, создание наиболее стойких видов микробов. Природа как бы мстит медицине за чудодейственное вмешательство в ее жизнь новыми лекарствами. Происходит стихийный отбор самых стойких микробов, они изменяются, эволюционируют, создавая возможность появления новых болезней. Изменяются формы гриппа, кишечных и других заболеваний. В этом состязании человек в конце концов окажется полным победителем, а пока из года в год, по мере эволюции микробов, медицина должна будет «оттачивать оружие борьбы» со все более злеющими своими врагами. Появились уже формы

стойких к пенициллину микробов, ранее легко им убивавшихся.

Не из-за честолюбия и гордости, а в интересах дальнейшего развития проблемы фитонцидов, в интересах людей мне хочется напомнить, что, будучи биологом, я предвидел неизбежное появление резистентных, устойчивых к пенициллину и к другим антибиотикам микробов. Полным голосом и с тревогой мы говорили об этом уже в начале победной пенициллиновой эпохи. Одной из причин, способствующих появлению резистентных форм, несомненно является то обстоятельство, что микроорганизмы, как правило, размножаются очень быстро, некоторые — даже через десятки минут. Сколько же поколений бактериальных клеток появится через несколько месяцев или лет! А им свойственна изменчивость, в том числе и наследственного характера. В сотни тысяч и миллионы раз быстрее могут возникать у микроорганизмов мутации — новые наследственные изменения, чем, положим, у животного, дающего новое поколение лишь через десятки лет. Это обуславливает их быструю, по сравнению с высшими растениями и животными, эволюцию. А эта стихийная эволюция происходит не в интересах здоровья людей, а в интересах здоровья, выживаемости самих микроорганизмов. Медицина, используя новые антисептики, может к тому же и помочь эволюции микробов.

Старшее поколение врачей и биологов хорошо помнит состояние медицины тридцатых годов, когда была не менее радостная, чем пенициллиновая, эпоха сульфаниламидных препаратов. Тогда казалось: вот наконец наука обнаружила антисептики, которые спасут здоровье миллионов людей. И надежды эти оправдались, так как стрептоциды, сульфидины, различные подобные препараты действительно спасли жизнь миллионам людей. Но — выразимся так — полного счастья сульфаниламидные препараты не принесли. Вспоминается прекрасная сказка М. Метерлика «Синяя птица». Люди ищут счастье — синюю птицу, и вот наконец она поймана, но хвост остается в руках, а счастье — синяя птица — улетает. Надо снова и снова искать эту птицу.

Так и с сульфаниламидными препаратами. Через несколько лет после их триумфального использования в медицине начались разочарования, одним из главных поводов для которых было возникновение устойчивых

к препаратам форм микробов. Это то же явление, какое наблюдается ныне с фитонцидными препаратами из бактерий и низших грибов — с антибиотиками.

Но нет оснований предаваться пессимизму, так как, во-первых, все знают, что «хвост» синей птицы и сейчас еще в наших руках: при ряде заболеваний с огромным успехом используются и сейчас сульфаниламидные препараты, а пенициллиновая эпоха еще далеко не окончилась, по-прежнему при многих заболеваниях нет лучших препаратов, чем антибиотики. В то же время продолжается бурный прогресс науки, новые и новые победы завоевывают медицина, биология, физика и химия. Эти победы сулят создание новых, еще более полезных лекарств.

И, однако, ясно, что лучшими лекарствами в борьбе с заразными заболеваниями являются те, которые не только угнетают жизнь паразитов человека, но и стимулируют его собственные защитные силы. А коли так, то высшие растения с их фитонцидами будут приковывать к себе все большее внимание.

Рассуждения такого же характера правильны и в отношении борьбы с болезнями растений. Почему растение, полученное путем гибридизации и отбора, устойчивое к тому или иному заболеванию, через несколько лет вдруг оказывается неустойчивым? Одна из причин: происходит эволюция болезнетворных для растений бактерий, возникновение устойчивых форм.

Но наука не безоружна. Зорко следят медицина и биология за эволюцией микробов и противодействуют «привыканию» микробов к антибиотикам, получаемым из фитонцидов низших растений. Для лечения используют и новые лекарства. Медицина все более использует и физику и химию, использует для обеззараживания от бактерий высокую температуру, ультразвук, радиоактивные вещества... Человек победит!





Наука должна питать своими достижениями производство...

Академик В. Л. Комаров

ФИТОНЦИДЫ И ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Подобно тому как говорят о народной и научной медицине, 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 1—2 дня предохранить от гниения

и плесневения продукты. В этом заинтересована не только промышленность, заготавливающая 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 дому 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 грибов, а если они попали, каким образом убить их, чтобы не было плесневения и гниения?

С незапамятных времен в быту люди, не имея представления 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-Щербо 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 аллилгорчичных масел. Стеклянные сосуды закрывались пробками. Температура опытов комнатная, 15—17 градусов. 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 грибов, которые всегда в большем или меньшем количестве могут оказаться на поверхности кожи рыбы и в мягких тканях ее.

13 суток наблюдал Равич-Щербо 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 было 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. Гнилостного запаха нет, мясо плотное, немажущееся.

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 клеток. Салака как бы законсервировалась.

80 лет назад знаменитый французский ученый Л. Пастер провел опыт с водой, обеззараживая ее от бактерий путем нагревания. Он получил «святую воду», не гнивающую 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 на 21-е сутки хране-

ния 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 (без предохранения от бактерий и плесеней) подвесили на крючке, протетом сквозь пробку, в стеклянном сосуде емкостью пол-литра несколько граммов говяжьего мяса. На дно сосуда 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 плотно закрывались, чтобы предотвратить попадание из воздуха новых и новых бактерий и спор грибов.

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 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 грибов были убиты, или, несмотря на предосторожности, споры грибов 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 опыта, был получен с кусками мяса, помещенными в атмосферу летучих фитонцидов листьев лавровишни 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 всех бактерий 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.

На моем рабочем столе в лаборатории стоит сосуд (рис. 76). В ниточном реденьком мешочке подвешено куриное яйцо с очищенной скорлупой. Внизу, на дне сосуда, мы видим немного горчицы. Что же в этом удивительного?

Дело в том, что это яйцо сварено 15 октября 1949 года.

Прошло более двадцати лет, а яйцо не подверглось гниению. К сожалению, эти опыты еще не являются руководством к действию, они представляют пока только научный интерес. Но они послужили отправным пунктом интереснейших лабораторных экспериментов и опытов в производственных условиях.

Г. Б. Дуброва и Ю. А. Равич-Щербо попытались сочетать фитонциды высших и низших растений, фитонциды растений и антибиотики животного происхождения.

Многое можно рассказать о смелых попытках использовать натуральные фитонциды для хранения продуктов. В. А. Макарова и А. Б. Дмитриева проводили работу на овощных базах столовых и ресторанов Донецка. Они обрабатывали закладываемые на длительное хранение картофель и лук репчатый фитонцидными веществами. Клубни картофеля равномерно пересыпались измельченными высушенными листьями и стеблями котовника лимонного (непета катариа). Исполни-

зовали 1 килограмм котовника на 100 килограммов картофеля. После пятимесячного хранения потери в весе у обработанного котовником лимонным картофелем поражаемость микроорганизмами была в два раза меньше, чем необработанного. Меньшая поражаемость микроорганизмами оказалась и у лука, обработанного котовником лимонным или порошком горчицы.



Рис. 76. Опыт с яйцом.

Но, конечно, новые успехи биологии, физики и химии могут подсказать совсем иные, еще более перспективные приемы хранения продуктов. Ну что же? Скажем тогда спокойно: не сошелся свет клином на фитонцидах! Дайте дорогу новым способам, новым открытиям. Не обязательно в каждой отрасли хозяйства использовать фитонциды. За них не следует опасаться: широкое использование их обеспечено в разнообразных областях жизни. Но нам не следует пока торопиться хороить фитонциды и в связи с задачами пищевой промышленности. Об этом говорят многообещающие научные исследования в консервной промышленности, проведенные А. И. Рогачевой в Москве. На всех растительных и мясных продуктах, подвергающихся консервированию, в большем или меньшем количестве находятся разнообразные бактерии, дрожжевые и плесневые грибки, от которых обязательно надо освободиться. Надо их убить так, чтобы не были потеряны вкусовые и питательные свойства продуктов. Не просто это сделать, особенно если учесть, что споры некоторых бактерий переносят как очень низкие температуры (до 253 градусов холода), так и очень высокие (до 130 градусов тепла).

А. И. Рогачева решила использовать фитонцидные свойства растений при производстве консервов. Она тщательно изучила, сколь богаты фитонцидами растения, используемые в консервной промышленности, — помидоры, морковь, хрен, петрушка, лук, перец, укроп, кориандр, любисток, кресс-салат, фенхель, горчица, чеснок, корица, лавровый лист, сельдерей, кукуруза, свекла и др. Все растения оказались фитонцидными.

Поместим споры очень опасного врага консервов — бациллу ботулинуса в соки овощей и через некоторое время сравним число оставшихся спор с контролем, то есть со спорами, которые возьмем в таком же количестве, но не будем действовать на них фитонцидами. В соке чеснока могут выжить лишь 3 споры из 200! В соке лука — 3 споры из 100. В соке свеклы могут выжить 13 спор из 100, а в соках ревеня, грибов, помидоров красных, редьки, перца болгарского, помидоров зеленых 25 или 30 спор выживут, а остальные 75 или 70 будут убиты.

Фитонцидные свойства соков сельдерея, моркови и картофеля еще слабее — до половины спор может оказаться еще жизнедеятельными после действия на них фитонцидами названных растений, но и этими свойствами не следует пренебрегать, а надо поставить их на службу консервной промышленности.

А не уничтожается ли их способность убивать бактерий и грибки при нагревании?

Фитонциды разных растений ведут себя в этом отношении по-разному. Тканевые соки некоторых из исследованных растений — баклажан, укропа и др. — именно при нагревании становились бактерицидными. А это очень важно, так как при приготовлении консервов продукты подвергаются большому нагреву.

Под влиянием фитонцидов, еще до окончательного обезвреживания консервов способами стерилизации, резко уменьшается количество микробов. Это доказано в отношении таких консервов, как перец фаршированный, баклажаны фаршированные, кабачки в томатном соусе, огурцы консервированные и др. Благодаря изучению фитонцидных свойств удалось уже в производственных условиях изменить, удешевить способы обезвреживания продуктов от микробов¹.

¹ Много интересного читатель найдет в книге С. И. Зелепухи «Антимикробные свойства растений, употребляемых в пищу» (Киев, «Наукова думка», 1973).

Жизнь, практика предъявляют многочисленные требования к антисептикам, могущим быть использованными при хранении продуктов, но 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. Много и других требований предъявляет пищевая промышленность к антисептикам.

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

Гораздо больший интерес для практики имеют опыты с горчицей. Но даже в случае, если это растение употребляется в пищу, 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 терпеливым и ожидать решающих результатов, а не только интересных предварительных исследований. Само собой 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?

Огромны убытки, приносимые микроорганизмами при хранении свежих плодов. Из-за несовершенства способов хранения поражаются тысячи тонн яблок, груш, лимонов.

Виновниками порчи яблок являются зеленая плесень, серая гниль и особенно гриб, называемый плодовой гнилью, или монилией фруктигена. Гриб этот очень хорошо приспособлен к яблокам: достаточно нанести малейшее

ранение кожице плода или даже только удалить восковой налет, чтобы вызвать гибель здорового плода в случае попадания в рану или на поверхность яблока спор плодовой гнили.

Как развивается гниль, как погибает яблоко? Прорастают споры, развивается мицелий, и, наконец, образуются конидиеносцы со спорами. Сначала на зараженном участке яблока появляется небольшое коричневое пятно — отмирают клетки плода и развивается мицелий гнили. Затем на плоде появляются, располагаясь правильными кругами, серовато-желтого цвета подушечки, которые и являются собранием спор.

Прекрасное начало использованию фитонцидов в практике хранения плодов и овощей 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 удаётся сохранить плоды и ягоды в условиях комнатной температуры, если использовать фитонциды.

3 августа 1948 года на дно стеклянного сосуда Сухачев положил только что приготовленную кашницу из натертого хрена, а на перегородку, находящуюся примерно в середине сосуда, положил ветви с ягодами крыжовника, смородины черной, белой и красной. Край сосуда он смазал вазелином и очень плотно закрыл сосуд крышкой.

В течение 5 месяцев при 18—20 градусах ягоды не испортились! Если, однако, открыть хоть на несколько минут крышку, то впоследствии ягоды заплесневеют. Это и понятно, так как летучие фитонциды хрена, надо полагать, убивают бактерий 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 кашнице из хрена исчерпаны. Конечно, опыты Сухачева еще не являются руководством для практики, но какое увлекательное начало кладется этими опытами.

В нашей лаборатории эти опыты проверены.

В декабре 1950 года мы положили в такую же стеклянную посуду антоновские яблоки; они не загнили, и

на них не появилась плесень в течение пятнадцати лет, хотя цвет их сильно изменился.

И другие новаторы пытались использовать фитонциды для хранения плодов и овощей. Утверждают, что 100 граммов растертого чеснока достаточно для предохранения 100 килограммов картофеля, искусственно зараженного фитофторой. Но ведь и картофель — растение, и это растение также выделяет летучие фитонциды. А нельзя ли использовать их при хранении плодов и овощей?

Горьковчанин В. Ф. Купалов делится результатами своих 8-летних опытов. Он хранил яблоки в условиях обычного погреба, помещая их над клубнями картофеля сорта Лорх. По-разному вели себя разные сорта яблок, и не всякий сорт картофеля был пригоден как источник фитонцидов. Антоновка обыкновенная сохранялась только до февраля, анис серый до июня, а анис мичуринский и скрыжапель до нового урожая. Хранение яблок этим способом начиналось вскоре после их сбора.

Опрыскивали натуральным соком лука или опускали в водную вытяжку из лука морковь. Это помогало сохранению моркови, так как убивало грибки, вызывающие ее порчу.

Во многих опытах использовали фитонциды лука, но и лук надо уметь хранить. Есть грибки, великолепно приспособленные к луку и вызывающие его порчу. Для успешного хранения его надо пользоваться фитонцидами таких растений, к которым эти грибки не приспособлены. Вот почему надо верить сообщениям о большой пользе послеуборочной обработки лука фитонцидами хрена и редьки; хотя эти опыты и не вышли еще из рамок лабораторных исследований, я решил обратить на них внимание читателей. Никаких сомнений нет в том, что найдутся энергичные продолжатели этих исследований, и не только среди лиц, имеющих ученые степени и звания, но и среди практиков. Пожелаем им всего доброго на этом пути.

Каждое маленькое полезное открытие в этом направлении будет служить общему грандиозному делу в нашей стране — всемерному подъему благосостояния трудящихся.

Н. В. Новотельнов обнаружил фитонцидные свойства плодов шиповника. Это тем более интересно, что плоды шиповника очень богаты полезными для человека



Рис. 77. Опыт Н. В. Новотельнова.

витаминами. Оказалось, что способностью убивать многих бактерий обладают именно витаминные вещества этого растения.

Новотельнову посчастливилось выделить вещества с фитонцидными свойствами в виде кристаллов. Если эти кристаллы смешивать с аскорбиновой кислотой, получаемой из тех же плодов шиповника, то образуются летучие вещества с мощными бактерицидными и противогрибковыми свойствами.

На рис. 77 мы видим фотографию опыта Новотельнова.

В одно и то же время в оба сосуда положены начинавшие заболеть лимоны. В правом сосуде через 2,5 месяца хранения лимоны окончательно погибли от размножившихся плесневых грибков и бактерий, а в левом сосуде лимоны прекрасно сохранились. Чем это объясняется? На дно левого сосуда Новотельнов положил в чашечку фитонцидные кристаллы, полученные из плодов шиповника, смешанные с аскорбиновой кислотой.

Н. С. Бруев, используя водные настои из наружных сухих листьев луковиц лука и завяленную чешую (при очистке во время осенней уборки), а также водные настои кашицы здорового лука, получил великолепные результаты при обработке ими свежих снятых яблок

или падалицы. Новаторская работа Н. С. Бруева тем более заслуживает внимания, что им проведены опыты не на одном-двух яблоках, а на сотнях килограммов. При укладке яблок в тару исследователь распыливал фитонцидную луковую жидкость или окунал в нее плоды. Через 2—3 недели запах лука полностью исчезал, аромат плодов восстанавливался или даже улучшался. При обработке фитонцидами достигается уменьшение порчи плодов в полтора-два раза!

А. И. Grimm в Ленинграде попытался использовать фитонциды при хранении моркови. Он обрабатывал песок (а в некоторых случаях древесные опилки) водными вытяжками из чешуи лука, из редьки, хрена или чеснока. Вытяжки готовились просто: это настой на холодной воде в течение 3 суток. В других опытах к песку прибавляли сухую горчицу. Такими фитонцидными песком или опилками переслаивали морковь. Хранили ее на стеллажах, разделенных на ящики-клетки емкостью по 100 килограммов. Температура колебалась от 0 до 12 градусов, а влажность была 86—95 процентов.

Результаты опытов представляют несомненный научный интерес. Здоровых корнеплодов моркови, сохранявшихся в песке, к которому было добавлено 6 литров вытяжки из чешуи луковиц лука, было на 27 процентов больше, чем в контроле.

Очень неплохие результаты были получены и при использовании вытяжек из черной редьки и из чеснока. Об опытах с горчицей А. И. Grimm пишет так: «Морковь, нечистосортная, с преобладанием сорта Геранда, сохранившаяся в древесных опилках (55 дней), на 4 килограмма которых было добавлено 10 граммов горчичного порошка (т. е. 100 граммов порошка на 100 килограммов моркови), имела хороший товарный вид и дала выход здоровых корнеплодов на 9,6 процента больше, чем контрольный образец».

А. И. Grimm вместе с К. В. Никитиной воспользовались и фитонцидными препаратами, получившими название аналогов псевдоаллицина. В разведении 1:25 000 и даже 1:800 000 они полностью убивают виновников плесневения плодов — грибы пенициллиум, монилию, ботритис, склеротинию ризопус и др.

Grimm и Никитина пропитывали растворами препаратов папиросную бумагу, затем, высушив на воздухе, заворачивали в нее лимоны, апельсины и мандарины.

Хранились плоды в обычных хранилищах при температуре от 0 до 4 градусов при относительной влажности воздуха 80—85 процентов. Опыты ставились массовые, в каждой опытной партии было не менее 100 килограммов плодов. Многие опыты показали, что среди мандаринов, хранившихся завернутыми в бумагу, пропитанную растворами аналогов псевдоаллицина, заболевших плодов оказалось в 1,5—2 раза меньше по сравнению с мандаринами, ничем не обработанными.

Хранили и яблоки, завернутые в «фитонцидную» бумагу. Не со всеми сортами яблок получилось то, что хотелось экспериментаторам. Так, опыты с сортом Ранет Симиренко не дали положительного результата, а в опытах с сортами Сарытурги, Сары синап и Банан было обнаружено небольшое преимущество. Зато яблоки Розмарин, Пармен зимний золотой, Бельфлер желтый и др. гораздо лучше сохранялись в фитонцидной бумаге, чем контрольные. Растворами препаратов аналогов псевдоаллицина обрабатывались и дыни. Опыты также оказались успешными.

Подмечено, что во всех проводимых опытах не изменялся ни внешний вид плодов и овощей, ни запах и вкус. Хранение плодов и овощей таким способом очень дешево, препараты применяются в очень слабых разведениях: их требуется не больше 4—7 граммов на тонну плодов.

Неразумно пренебрегать даже небольшим эффектом при использовании фитонцидов. Конечно, судить об этом должны специалисты. Вот, например, Б. М. Мамаева (в Краснодаре) изучала изменение помидорной пульпы при транспортировке и хранении. Даже и неспециалисты знают, сколь быстро может подвергаться изменениям протертая помидорная масса вследствие размножения бактерий. Практика консервных заводов говорит о том, что на первом этапе технологического процесса после дробления помидоров наблюдается снижение микробиологической обсемененности помидорной пульпы. Объяснение этому найдено в фитонцидных свойствах, определено и одно из веществ, а именно гликоалкалоид-томатин.

Хорошо быть энтузиастом, но не следует быть излишним фанатиком. Так и с фитонцидами. Химия и физика делают все новые и новые успехи, изменяющие многие стороны народного хозяйства и быта.

Появились сообщения о таких искусственных тканях, которые, помимо других преимуществ, способны убивать бактерии и грибы. Химики начали готовить вещества, предохраняющие продукты от порчи.

Если на путях синтетической химии будут достигнуты большие успехи, чем на путях использования природных фитонцидных соединений, честь и хвала химии! А может быть, и химик-синтетик будет «нодражать» каким-либо природным фитонцидам? Это не зазорно для науки!

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

Успехи химии и физики породили много ценных предложений. Утверждают, например, что если в вошеную бумагу ввести ничтожную дозу сорбиновой кислоты, то заворачивание в такую бумагу колбасы, сыра, рыбы и мяса значительно удлиняет сроки их хранения. Сорбиновая кислота подавляет рост бактерий и плесневых грибов. Небольшие количества сорбиновой кислоты используют при консервировании компотов и фруктовых соков.

Известно, что воздействие на фрукты, овощи, на различные пищевые продукты гамма-лучей радионуклеида кобальт-60 удлиняет срок их хранения. Облученная картофель к тому же не прорастает, клубника не размягчается и т. д. Путем облучения осуществляется и дезинфекция семян, убиение микроорганизмов.

Медицина, ветеринария, пищевая промышленность, сельское хозяйство — эти и другие отрасли человеческой деятельности не могут не заинтересоваться фитонцидами. И везде требуются смелость, дерзание, полет творческой фантазии новаторов и в то же время трезвые раздумья, осторожная, придирчивая оценка фактов.





...Без страсти никогда не было и не может быть совершенно ничего великого.

Г. Гегель

...Как ни грустно, наступает пора итогов, пусть не самых последних, но все же...

Вера Кетлинская

НЕМНОГО ОБ ИСТОРИИ ПРОБЛЕМЫ ФИТОНЦИДОВ

Рожденная советской наукой, проблема фитонцидов прочно вошла в жизнь. Создалось биологическое учение с фитонцидами, затрагивающее вопросы ботаники, зоологии, медицины, ветеринарии, растениеводства, пищевой промышленности и других областей науки и практики.

Не административно, не по приказу, а только благодаря прекрасной бескорыстной работе выдающихся ученых создались в нашей стране превосходные оригинальные школы и лаборатории, занятые фитонцидами. Особенно велика заслуга украинских ученых во главе с академиком Виктором Григорьевичем Дроботько и молдавских ученых во главе с профессором Дмитрием Дмитриевичем Вердеревским. Обширные исследования

о взаимовлиянии растений благодаря выделению ими фитонцидов, а также исследования в интересах медицины проведены в Германской Демократической Республике, в Чехословакии, Канаде и в других странах.

Создалось учение о фитонцидах, затрагивающее вопросы ботаники, зоологии, медицины, ветеринарии, растениеводства, пищевой промышленности и других областей науки и практики. Возникла потребность в созыве всесоюзных совещаний по проблеме фитонцидов. Первое совещание состоялось в Ленинграде в стенах Института экспериментальной медицины в 1954 году.

В 1956, 1959, 1962, 1965, 1969 и 1973 годах в Киеве в стенах Украинской Академии наук состоялись всесоюзные совещания, на которых сотни биологов, медиков, растениеводов сообщили о результатах исследований фитонцидов, касающихся разных областей науки и практики. Проблема фитонцидов давно уже не принадлежит только мне как автору открытия. Это означает, что она прочно вошла в науку и жизнь.

Я благодарю судьбу за то, что более чем четыре десятилетия нелегкой борьбы за новую проблему не сломили мою волю и уверенность в пользе для людей новой области исследований. Теперь, когда интерес к новой проблеме проявляет наша советская научная молодежь, мне кажется уместным и поучительным рассказать начинающим ученым об интимных страницах ее истории. Конечно, в этой своей авторской исповеди перед молодежью не следует обижать некоторых искренне уважаемых мною деятелей науки, долгое время не понимавших проблемы и серьезно мешавших ее развитию. Почти всякое новое открытие сопровождается сначала сомнениями, и сделать новое открытие, пожалуй, легче, чем защитить его, добиться того, чтобы оно вошло в систему взглядов других ученых и стало достоянием науки и жизни. Только близкие мне люди знают, сколько тяжелых, мучительных горестей доставило мне мое открытие. Но были и радости, и, конечно, нет большего счастья у ученого, чем видеть, как твои скромные открытия становятся достоянием других людей. Это такое счастье, которое заставляет забывать все неприятности, подчас сопровождающие научную деятельность.

...Так получилось, что, желая стать врачом, обучаясь на медицинском факультете Московского университета, я получил полное отвращение к медицине. Трудно ска-

зять, что было виною этому, но, конечно, не педагоги и врачи того времени, многих из которых я вспоминаю с восхищением и благодарностью. Я считал бы тогда нелепой фантазией представить себя в роли человека, ставшего близким к врачам и приобретшего так много научных друзей в медицинском мире. Дойдя вместе с другими студентами уже до изучения болезней, я покинул медицинский факультет и перешел на первый курс физико-математического факультета по биологическому отделению. Меня не просто влекла наука о жизни, но я уже мечтал разрешить одну из больших ее проблем. Меня интересовали причины зародышевого развития животных и особенно вопрос, почему клетки, составляющие зародыш, могут размножаться. И вот в ходе экспериментирования в совершенно иной области мне и довелось обнаружить в 1928--1929 годах явление, послужившее началом учения о фитонцидах. Я убедился, что летучие вещества, выделяемые кашицей из луковицы, в небольших порциях могут временно усилить размножение дрожжевых клеток, а в больших дозах неизменно убивают их. Об этом опыте рассказано в начале этой книги. Удивившись этому явлению, с юношеской научной жадностью я стал незамедлительно изучать подобные свойства и других растений, обратившись к своим излюбленным объектам — зародышам животных. Тогда же я убедился и в том, что растения на расстоянии могут убивать зародыши моллюсков, о чем также написано в книге. В то же время были поставлены и первые опыты с бактериями. Все это было интересно и, как говорят, захватывало дух, но что делать со своим открытием, я не знал. Не знали и ученые старшего поколения. Когда в мае 1930 года на Всесоюзном съезде зоологов в Киеве я сделал сообщение об обнаруженных мною явлениях, некоторым ученым они показались любопытными, но кому и зачем они могут понадобиться, никто, конечно, не знал.

Такое же отношение к своему открытию я встретил и в августе 1930 года в Амстердаме, на Международном конгрессе цитологов (специалистов по учению о клетке), на котором мне довелось быть в числе делегатов советских ученых. Единственный, кто по-настоящему заинтересовался моими докладами, был мой товарищ по поездке в Голландию покойный Борис Иннокентьевич Лаврентьев — профессор Московского медицинского инсти-

тута. «Да! Это удивительно! Вы копили что-то очень значительное! Нельзя бросать этого!» — поощрительно говорил Лаврентьев. Мои доклады на конгрессе были напечатаны в советском и немецком журналах, но почти никто не обратил на них серьезного внимания. Среди советских ученых одним из первых заинтересовался вновь обнаруженными свойствами растений талантливый украинский ученый академик Н. Г. Холодный. К 1935 году он убедился, что способностью к образованию органических веществ, выделяемых в воздух, обладают «весьма многие, если не все, растения, начиная от самых простых — бактерий и грибов — и кончая наиболее высоко стоящими в системе цветковыми растениями». Он предполагал, что концентрация летучих органических веществ, выделяемых растениями, может достигать порядка нескольких миллиграммов на один кубический метр воздуха. Холодный сделал замечательное открытие: летучие фитонциды растений в очень ничтожных количествах не только не убивают некоторых бактерий и грибки, но могут служить им пищей!

Из иностранных ученых я должен первым назвать немецкого ботаника Ганса Молиша, опубликовавшего в Германии в 1937 году свою интересную книгу «Влияние растений друг на друга — аллелопатия». Он привел большое количество доказательств тому, что растения своими летучими веществами могут стимулировать или, наоборот, тормозить жизнь других растений. Но мы забегаем вперед...

Итак, открытие фитонцидов было совершено еще в 1928—1930 годах. Не зная, что с ними делать, я продолжал исследования на животных, но и свое неожиданное открытие забыть не мог. Как поступил бы всякий любитель природы, я часто возвращался к удивительным явлениям в жизни растительных организмов и между другими делами, больше ради собственного удовольствия, продолжал ставить опыты с разными растениями.

Вскоре случилось событие в моей жизни, также кажущееся случайным, которое заставило мои юношеские мысли и переживания оказаться уже в полном плену у фитонцидов.

Весной 1932 года, работая в Биологическом институте имени К. А. Тимирязева в Москве, вместе с другими учеными я был послан в Ташкент и Самарканд для

чтения лекций. Один из моих новых знакомых молодой узбекский ученый, будучи, как и все узбеки, радушным и гостеприимным, пригласил меня в воскресенье в старый Ташкент и решил обязательно угостить особыми пирожками. Дело это давнее, прошли уже четыре десятилетия. Ташкент, как и многие другие советские города, стал краше, чище. Никто из граждан современного Ташкента не посетует на меня за эти мои воспоминания. Я был удивлен духотой, пылью и грязью тогдашнего воскресного базара. Здесь же, на открытом воздухе, в далеко не белоснежном халате и, надо думать, далеко не стерильными руками веселый повар приготавливал пирожки. То ли необычная обстановка, то ли плохое состояние здоровья заставили меня робко просить разрешения не есть пирожков, но в конце концов, боясь обидеть своего нового друга, я их съел. Эти пирожки оказались историческими в моей жизни. Когда я стал их жевать, мне показалось, что я обжигаясь. Почему? — с удивлением спросил я. К мясному фаршу более чем щедро были добавлены пряные растения. У меня мелькнула мысль: а может быть, открытые мною летучие вещества пищевых растений (лука, горчицы, перца и других) убивают самых страшных для людей бактерий? Может быть, подобные пирожки не только не опасны для людей, но и помогают убивать вредных микробов?

Эта мысль всецело захватила меня, и, вернувшись в Москву, я вместе с докторами А. Г. Филатовой и А. Е. Тебякиной незамедлительно поставил опыты по влиянию летучих веществ пищевых растений на болезнетворных для человека бактерий. Помню, как радостно было убедиться в правильности предположений, навеянных староташкентским рынком и пирожками. От случайных опытов я перешел к планомерному изучению бактерицидных свойств летучих фитонцидов высших растений. Фитоциды пленили меня, и я все чаще стал задумываться о значении их для самих растений, а также и о том, нельзя ли использовать их в интересах медицины.

В ходе научной работы я все более и более стал сближаться с ней и проникаться глубоким уважением к врачам и ко всем деятелям этой благороднейшей науки.

К 1940 году была создана вчерне теория о роли фитонцидов в природе, о значении их в иммунитете растений. К этому времени было проведено уже много опы-

тов, позволявших надеяться на использование фитонцидов в медицине. Напечатанная в 1942 году в Москве моя книга называлась «Бактерициды растительного происхождения (фитонциды)». Прежде чем написать эту книгу, пришлось пережить много горьких минут, а после ее напечатания такие минуты умножились сверх меры.

В 1928—1930 годах открытие фитонцидов прошло почти незамеченным, а потом появилось излишнее количество скептиков среди ботаников, микробиологов, медиков, гласно и еще чаще втихомолку говоривших: «Токин залез в чужую область науки. Ведь он же не ботаник, не микробиолог, не медик! Что же он может понимать в этом?» Один академик, противодействуя печатанию очередной статьи о фитонцидах, совершенно искренне говорил: «Да ведь это какое-то сумасшествие! По Токину, растения на расстоянии убивают бактерий?!»

Теперь, спустя более чем четыре десятилетия работы и борьбы за новую проблему, умолкли скептические голоса и уже, как всегда бывает в подобных случаях, ворчливые ученые стали говорить по-иному: бесспорно, что растения убивают микробов, но что в этом нового? Чесноком да луком уже тысячелетия знахари лечили людей!

Да и сейчас, когда я готовлю эту книгу к новому изданию, мне горестно сознавать, что встречаются медики и ботаники, готовые «забыть» открытие советских ученых и восхвалять безудержно работы иностранных ученых, в которых, в сущности, сделано «переоткрытие» фитонцидов. Так относятся, например, к так называемым фитоалексинам, о которых написано на страницах 170—171 этой книги.

В этой своей авторской исповеди перед молодежью, написанной вместо заключения к книге, хочется словами сердечной благодарности вспомнить о многих деятелях науки, не давших затоптать и забыть открытие фитонцидов. Первыми я должен назвать академика Алексея Алексеевича Заварзина, академиков АМН Петра Степановича Купалова и Бориса Иниокентьевича Лаврентьева, которые, оказавшись в годы войны в эвакуации в городе Томске, где я занимался профессорской деятельностью в университете, помогли морально и организационно утвердить в науке новую проблему.

Особенно энергично стоял за разработку новой проблемы А. А. Заварзин, ставший редактором моих книг

о фитонцидах, изданных в годы Великой Отечественной войны.

Не наступило еще время для опубликования многих интереснейших документов, касающихся истории борьбы за проблему фитонцидов, ибо живы еще участники этой борьбы, живы противники проблемы, мешавшие ее развитию. И хотя они изменили свое отношение к ней, опубликование документов звучало бы резким осуждением их бывшей позиции, однако эти ученые достойны большого уважения за их научную деятельность. Мне не хочется их обижать. Не могу я, однако, воздержаться от опубликования части письма академика А. А. Заварзина, посланного им 29 ноября 1944 года из Томска заместителю министра здравоохранения СССР, впоследствии академику В. В. Парину.

«Прилагаю при этом письме повестку только что прошедшей конференции по растительным бактерицидам. Конференция прошла очень оживленно, и представленный на ней материал значительно увеличил объем тех фактов, которые были в прошлом году опубликованы в сборнике. Развитие вопроса шло главным образом в сторону изучения не летучих функций, а самого сока, который оказался обладающим еще более значительными бактерицидными свойствами. В самое последнее время Торопцеву удалось выделить из сока лука и чеснока твердое кристаллическое вещество, которое обладает чрезвычайно сильными протистоцидными и бактерицидными свойствами. Оно испытано на стафилококке, фитофторе и инфузориях. Инфузории оно бьет в разведении 1 : 50 000 000.

Токиным полгода тому назад направлена в «Журнал общей биологии» статья, в которой он развивает общую теорию о защитных силах растений. В этой статье он развивает идею о том, что открытые им фитонциды являются универсальными защитными химическими приспособлениями всех без исключения растительных организмов. Выделенное Торопцевым сухое вещество из лукового сока получено приблизительно той же методикой, как и пресловутые грамицидины и пенициллины. Из этого можно заключить, что эти вещества являются лишь частными случаями проявления растительных бактерицидов (фитонцидов). Таким образом, я убежден, что мы имеем дело с общебиологической теорией, из которой, несомненно, вытекают богатейшие возможности

извлечения из растений вообще сильнейших бактерицидов.

Вопрос об антагонистических свойствах грибов и растений также является не новым вопросом в русской литературе и имеет давность уже около 10 лет. Мне тем более представляется странным, что импортированные из Америки пенициллины и грамицидины, ценность которых я не имею никакого желания здесь оспаривать, в прессе и общей и специальной приобрели характер каких-то великих открытий, новых для русской науки, причем авторы, их пропагандирующие, не считают нужным даже упоминать об отечественных работах, имеющих несомненно гораздо большее общебиологическое значение и дающих поэтому большие перспективы. Это тем более странно, что некоторые из этих авторов (как, например...¹ проф. Гращенков и многие другие) присутствовали на докладах и демонстрациях в Томске и Новосибирске и могли убедиться в том, что бактерициды растительного происхождения открыты в Америке не «впервые», как они об этом пишут в своих многочисленных статьях. В наше время подобное замалчивание наших отечественных работ нельзя назвать особенно патриотическим делом. Только поэтому я и пишу Вам обо всем этом. Я убежден, что ближайшее будущее покажет, насколько я в этих своих утверждениях прав».

Сибирские ученые энергично содействовали развитию проблемы; среди них известный стране хирург Андрей Григорьевич Савиных и терапевт Дмитрий Дмитриевич Яблоков.

В то время старый сибирский университетский город стал всесоюзным центром исследований в области фитонцидов. Появился ряд энтузиастов новой проблемы. Среди них микробиолог профессор Татьяна Даниловна Янович с большой группой своих сотрудников, профессор медицины Инокентий Васильевич Торопцев — ныне академик Академии медицинских наук, профессор Иван Емельянович Камнев и др.

С большой сердечной теплотой я вспоминаю многих ученых, помогавших создавать учение о фитонцидах. Ими заинтересовался знаменитый русский хирург Николай Нилович Бурденко, академик микробиолог Борис Лаврентьевич Исаченко, известный ботаник Борис Михайлович Козо-Полянский.

¹ Опускаю некоторые фамилии ныне живущих ученых.

Посмотрим на портрет этого выдающегося ученого. Рядом с ним в вазе букет ромашек. Он окружен книгами и растениями. Это не случайно, это отражает жизнь ученого. Со школьных лет он нежно любил растения и изучал родную природу. Живя постоянно в одной из деревень Воронежской области, а впоследствии приезжая сюда на канкулы, Борис Михайлович без всяких экспедиций мог разносторонне изучать растения, что он и делал всю жизнь. Кажется, все было гармонично в его жизни. И жена его Владислава Ивановна тоже ученый, ботаник. Образ Бориса Михайловича ясный, чистый. Он любил природу, любил солнце. «До конца жизни, всегда, когда мог, — вспоминает Владислава Ивановна, — Борис Михайлович провожал закат солнца; в городе — за домами, за пустырем с сорняками. Любил открытые светлые места, как в степи».

Сердечное спасибо исследователи в области фитонцидов могут сказать академику Леону Абгаровичу Орбели, возглавлявшему Всесоюзный комитет по антибиотикам и помогавшему печатанию работ по фитонцидам. Были и объективные «помощники» учения о фитонцидах. Этими «помощниками» оказались... плесневые грибы.

Если до начала Отечественной войны медики совсем не обращали внимания на фитонциды, то дело изменилось, когда медицина обогатилась новым прекрасным лечебным фитонцидным препаратом — антибиотиком пенициллином. Тысячи ученых в разных странах начали искать новые и новые бактерицидные препараты из низших растений — из бактерий и грибов. Многие задумались над получением препаратов из высших растений и по-иному стали оценивать открытие фитонцидов. Хотя и до сих пор медицина находится «под гипнозом бактерий и грибов», но все чаще и сильнее раздаются трезвые голоса: а может быть, и среди высших растений мы найдем вещества не меньшего значения, чем пенициллин? Чем хуже плесневых грибков эвкалиптовые деревья, тополя, березы, хвойные растения, антоновские яблоки или капуста? Может быть, в каком-либо столь же обыкновенном растении, как и плесень, скрываются еще более прекрасные лечебные богатства, которыми должна воспользоваться медицина?

Учение о фитонцидах встало на прочное основание бесспорных фактов. Развивает же учение о фитонцидах

и выпытывает у природы новые тайны вместе со старшим поколением ученых и молодежь.

Неоднократно упрекали меня, как эмбриолога животных, «в залезании» в чужие области ботанических знаний. Что же? Это свое «преступление» я скрыть не мог. Свое «незаконнорожденное дитя» в науке я продолжаю любить со всей отцовской нежностью. Но, может быть, и к ученым относится поговорка: «как волка ни корми — он в лес смотрит». Потянуло и автора этих строк в «зоологический лес».

Все в живой природе взаимосвязано, и ученые нередко перекидывают мост между явлениями, казавшимися далекими друг от друга. Наука знает много о защитных свойствах человека, млекопитающих животных и птиц. А как защищают себя все другие многочисленные животные, населяющие земной шар? Как защищают себя эмбрионы этих животных?

Мясная муха откладывает яйца в гниющие ткани животных. В навозе среди бактерий живет и развивается большой мир животных. Эмбрионы лягушек, червей, моллюсков, рыб и других животных могут прекрасно развиваться в среде, насыщенной бактериями, грибами, протозоа. Почему микробы бессильны уничтожить развивающиеся зародыши? А с этими вопросами переключаются и другие. Почему такие животные, как некоторые раки, птицы и звери, питающиеся падалью, можно сказать, постоянно поедающие вредных бактерий, не подвергаются заболеваниям вроде дизентерии, тифа и т. п.? Почему бы в интересах человечества не использовать антибактериальные вещества животных и их зародышей?

Наука уже идет по этому пути. А к этим увлекательным проблемам примкнула и проблема регенерации — восстановления организмами утраченных частей. Способность к регенерации служит также делу защиты организмов от вредных воздействий внешней среды.

Вместе с коллективом молодых энтузиастов ученых мы пытаемся создать новое учение об иммунитете зародышей и новую теорию регенерации. Нелегкая работа, раздаются снова скептические голоса...

Многие проблемы еще темны, но уже просвечивают впереди огоньки, и наступил уже радостный для ученого час, когда можно сказать: есть в чем снова отчитываться перед своим народом!

Не пора ли написать книгу о зародышах животных, об их удивительных свойствах, о том, как заставить животный мир служить здоровью людей?

Не пора ли написать книгу о регенерации?

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Надо ли скрывать от читателя, что я писал эту книгу с волнением за дальнейшую судьбу проблемы фитонцидов.

Конечно, я люблю свое «незаконнорожденное дитя» в науке и писал эту книгу влюбленно, как отец. А для отца и матери дитя есть всегда дитя: в любом возрасте родителям кажется, что вся жизнь даже возмужалого ребенка еще впереди. Так и мне думается, что главное в развитии учения о фитонцидах еще впереди. И хотя проблема фитонцидов давно не принадлежит мне, продолжаешь считать себя ответственным за ее судьбу, оберегаешь дитя от ленивых, излишне торопливых, а иногда и нечистых рук случайных, непрошенных нянек. Оберегаешь дитя и от тех нянек-исследователей, открытиями которых восхищаешься, но которые чрезмерно балуют дитя, считают фитонциды панацеей от всех болезней и чуть ли не единственным заслуживающим внимания явлением природы во всех областях практики — в растениеводстве, пищевой промышленности и других. Вот почему хочется сказать многочисленным друзьям новой проблемы, особенно начинающим исследователям, слова предостережения.

Главное — надо избегать скороспелых выводов из небольших наблюдений, памятуя, сколь ответственно для науки и жизни каждое утверждение ученого. Вспоминаются наши первые наблюдения о влиянии летучих фитонцидов лука на дрожжевые клетки и на яйца моллюсков. Это казалось далеким от практики. Можно ли было думать в то время, что эти наблюдения положат начало современному учению о фитонцидах? Что бы случилось, если бы были допущены ошибки в начале исследований?

Для дальнейшего развития проблемы и для многих областей практики требуется постепенно создать, так сказать, «инвентарную книгу» — очень толстую, многотомную! — о «фитонцидном хозяйстве» зеленого мира нашей Родины. Надо иметь представление о фитонцид-

ных свойствах древесных пород, кустарников и трав, декоративных, лекарственных, пищевых и плодово-ягодных растений. Надо изучить фитонцидную активность одних и тех же видов растений в разных районах, в разных климатических, почвенных и иных условиях. Изучение фитонцидных свойств растений не менее важно, чем исследование их витаминных свойств.

Для ориентировочных опытов можно воспользоваться очень простыми способами, которые описаны в книге и которыми могут воспользоваться под руководством учителей юные натуралисты (опыты с одноклеточными животными).

Однако в интересах медицины, ветеринарии и фитопатологии требуются и все более сложные исследования. Сыгравшие полезную роль исследования прошлых лет, в частности и мои (о гибели микроорганизмов под влиянием фитонцидов), уже не могут удовлетворять запросы науки и жизни, особенно медицину. Необходимы исследования предсмертных и посмертных состояний болезнетворных бактерий, низших грибов и протозоа современными способами: электронно-микроскопическими, цитохимическими и др. Каков механизм действия фитонцидов на микробную клетку? Почему она умирает? Какие химические процессы и физические явления при этом происходят? Какими механизмами сопротивляется микробная клетка, как преодолеть в интересах больного человека разные приспособления ее к условиям жизни в наших тканях?

Одной из причин недостаточного использования фитонцидов в медицинской практике и в практике ветеринарии является тот факт, что химии фитонцидов не уделяется достаточно внимания. Есть, конечно, превосходные работы в этом направлении.

В интересах медицины многие ученые пытались выделять из растений отдельные вещества, создавать химически чистые антимикробные препараты. Особенно много потрудился в этом отношении коллектив ученых Всесоюзного научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений в Москве. Трудно даже перечислить исследования института. Автор этой книги полон уважения к ученым, которые стремятся дать больному, врачу и фармакологу вещества ясного химического содержания, которые можно было бы дозировать, работать с ними, так сказать, не всле-

пую. Со страниц этой книги хочется приветствовать ученых, возглавляемых С. А. Вичкановой, которые отдают не первое десятилетие свою энергию поискам новых антимикробных растительных препаратов. Они получили несколько сот фитонцидных препаратов, среди них люте-нурин, подавляющий жизнь стафилококков и стрептококков в разведении 1 : 10 000 000.

Сколь велики усилия ученых свидетельствует то, что начиная с 1958 года они изучили в опытах вне организма 2526 препаратов, полученных из растений одиннадцати семейств — водные настойки, выделенные химически чистые вещества или, как выражаются, суммарные препараты (те или иные группы соединений), эфирные масла, полифенолы, алкалоиды, терпеноиды и др. Изучали их влияние на туберкулезную палочку вне организма и их возможное лечебное действие при опытном вызывании туберкулеза у белых мышей. В кровеносные сосуды животных вводили туберкулезные палочки. Некоторые препараты (эфирные масла, хиноны, алкалоиды и лактоны) оказались с явным противотуберкулезным действием, но лишь девять из огромного числа испытанных можно было считать заслуживающими внимания для дальнейшего изучения и лишь один препарат — алкалоид тетрандин из растения стефания тетранда оказался действенным при лечении мышей, зараженных туберкулезом.

Это я рассказал для того, чтобы читатель знал, сколько усилий требуется от исследователей, чтобы напасть на правильный путь, сколь нелегкая задача убить микроб внутри организма. Туберкулезная палочка тысячелетиями приспособлялась к организму человека, и требуется создание особых смертельных для нее условий.

Превосходные работы Всесоюзного института лекарственных и ароматических растений — лишь один из примеров поисков определенных химических веществ, обладающих антимикробными свойствами. Однако этого еще недостаточно. Химические исследования фитонцидов надо производить широчайшим фронтом. На этом пути можно сделать много полезного!

Не раз в этой книге говорилось о том, что требуются препараты, не только (и даже не столько!) убивающие микробов, но и стимулирующие защитные силы организма человека, полезных нам животных и культурных растений. Это соображение особенно относится к фитон-

цидам. При подаче в организм антибиотиков, выделяемых из фитонцидов низших растений, например пенициллина, они действуют более непосредственно на болезнетворные микробы, чем фитонциды высших растений, оказывающих влияние на фагоцитоз, воспаление и другие «целебные силы» организма. Должны быть усилены поиски именно в этом направлении — поиски стимуляторов наших собственных защитных сил!

Внимание научного мира все более приковывается к борьбе против вирусов. Пока еще — увы! — нет ни одного химиотерапевтического средства, удовлетворяющего медицину, ветеринарию и специалистов по защите растений. Я глубоко убежден в том, что фитонциды высших растений сыграют большую роль в битве между людьми и вирусами.

В этой книге рассказано о попытках использования фитонцидов в борьбе с вирусными болезнями. Однако это лишь первые шаги. Конечно, необходимы и дальнейшие исследования влияния фитонцидов на сами вирусные частицы, на их белки и нуклеиновые кислоты. Еще более заслуживают внимания исследования влияния фитонцидов на клетки тканей растений, животных и человека, поражаемых теми или иными вирусами. Вирус изменяет нормальную жизнь клетки, ее обмен веществ, и она начинает строить вместо собственных белков и нуклеиновых кислот белки для вирусов. Нельзя ли фитонцидами предотвращать такое использование вирусом клеток нашего организма? Нельзя ли, например, не допускать изменений в обмене веществ клеток тканей органов дыхания, происходящих при действии вируса гриппа?

Во многих странах ищут «противораковые антибиотики». А в самом деле — нельзя ли получить из растений препараты, помогающие организму бороться с опухолью? Будем и в этом вопросе оптимистами, но читатель должен знать, что среди биологов и врачей пока больше разногласий, чем единых точек зрения. Многие исследования в нашей лаборатории убеждают, что главное в борьбе с опухолями — это не убийство какого-либо предполагаемого виновника опухоли, например вируса. Главное в том, чтобы обеспечить тканям и органам их нормальное развитие и жизнь. В организме человека непрерывно идут процессы и созидания и разрушения, отмирают одни клетки, размножаются другие, происхо-

дит постоянное самообновление эпителия кожи, эпителия желудка, тканей матки и т. д. Происходит то, что называется нормальной, физиологической регенерацией. Все, что способствует этой регенерации, мешает развитию опухолей, и наоборот. Это относится и к явлениям восстановления клеток и тканей при их ранении или ином характере повреждения.

Если это так, то усилия исследователей, желающих помочь раковому больному, должны быть направлены на поиски препаратов, помогающих нормальной жизни органов, самообновлению их тканей, их регенерации.

Не одну страницу книги мы посвятили возможному использованию фитонцидов в профилактической медицине, при озеленении городов, в курортологии. Однако от элементарных способов исследования надо переходить ко все более точным методам — химическим и физическим, — определяя количества и состав летучих фракций фитонцидов в условиях лесов, лугов, степей.



Книга, в которой я старался рассказать об одном из многочисленных открытий науки нашей Родины, окончена. В природе обнаружено много новых фактов. Они уже пригодились практике. И все же следует сказать: положено только начало, еще много тайн хранит изумительный мир растений нашей планеты.

Фитонциды — главный фактор иммунитета растений, это боевые защитники растений, их воины. Надо смелее создавать из этих воинов охрану здоровья людей, домашних животных, культурных растений. Надо смелее использовать целебные яды растений в качестве надбавки к целебным силам нашего организма.

Многое предстоит сделать, особенно ботаникам, химикам и медикам.

Уважаемые молодые ученые! Требуются ваша смелость, ваша энергия, ваш оптимизм и терпеливый труд. Проблема фитонцидов не должна стареть!



ЧТО ЧИТАТЬ О ФИТОНЦИДАХ

Те, кто хочет обстоятельно узнать, как развивалось учение о фитонцидах, какие вопросы разрешают в настоящее время ученые и как изыскать в природе новые полезные фитонциды, например для протравливания семян, в борьбе с вредными насекомыми и т. д., должны читать специальные статьи и книги.

Антибиотики. Сборник исследований под ред. В. Г. Дроботько. Киев, Изд-во АН УССР, 1958.

Бактериальные болезни растений и методы борьбы с ними. Труды Первого всесоюзного симпозиума по бактериальным болезням у растений. Киев, «Наукова думка», 1968.

Бельтюкова К. И., Рашба Е. Я., Куликовская М. Д., Матышевская М. С., Гвоздяк Р. И. Аренарии и его применение в растениеводстве. Киев, Изд-во АН УССР, 1963.

Биологические антисептики. Сборник исследований под ред. С. П. Карпова, Б. П. Токина и Т. Д. Янович. Томск, Изд-во Томского института эпидемиологии и микробиологии, 1946.

Вердеревский Д. Д. О методике изучения фитонцидных свойств растений в фитопатологии. Кишинев, 1957.

Вердеревский Д. Д. Иммуитет растений к паразитарным болезням. М., Изд-во сельскохозяйственной литературы, 1959.

Вердеревский Д. Д. Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям. Кишинев, «Карта Молдовеняскэ», 1968.

Дроботько В. Г., Айзенман Б. Е., Швайгер М. О., Зелепуха С. И., Мандрик Т. П. Антимикробные вещества высших растений. Киев, Изд-во АН УССР, 1958.

Гродзинский А. М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев, «Наукова думка», 1965.

Грюммер Г. Взаимное влияние высших растений. Аллелопатия. М., Изд-во иностранной литературы, 1957.

Зелепуха С. И. Антимикробные свойства растений, употребляемых в пищу. Киев, «Наукова думка», 1973.

И м а н и н — антибиотик из зверобоя. Киев, Изд-во АН УССР, 1961.

Летучие биологически активные соединения биогенного происхождения. Отв. редакторы М. М. Телитченко и А. Х. Тамбиев. Изд-во МГУ, 1971.

Микроорганизмы и зеленое растение. Труды Центрального Сибирского ботанического сада. Под ред. А. Н. Вернера. Новосибирск, «Наука», 1967.

О с и о в ы химического взаимодействия растений в фитоценозах. Материалы III Всесоюзного симпозиума. Киев, «Наукова думка», 1972.

Токии Б. П. с участием Г. Е. Неболюбовой, И. В. Торопцева, А. Г. Филатовой. Бактерициды растительного происхождения (фитонциды). М., Медгиз, 1942.

Токин Б. П. Фитонциды. М., 1948.

Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. Киев, «Наукова думка», 1972.

Фитонциды. Сборник исследований под ред. С. П. Карпова и Б. П. Токина. Томск, «Красное знамя», 1944.

Фитонциды, их роль в природе. Избранные доклады Второго совещания по проблеме фитонцидов. Сборник под ред. Б. П. Токина. Л., Изд-во ЛГУ, 1957.

Фитонциды в народном хозяйстве. Сборник работ под ред. акад. В. Г. Дроботько. Киев, Изд-во АИ УССР, 1964.

Фитонциды. Результаты, перспективы и задачи исследований. Киев, «Наукова думка», 1972.

Чернобривенко С. И. Биологическая роль растительных выделений и межвидовые взаимоотношения в смешанных посевах. М., «Советская наука», 1956.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора	3
Что такое фитонциды	9
Удивительные свойства раненых растений	9
И раненные растения выделяют фитонциды	21
Химия фитонцидов	42
Продукция фитонцидов неотделима от жизни растения в целом	49
Как умирают микроорганизмы под влиянием фитонцидов	56
Картины смерти инфузорий под влиянием фитонцидов	62
Апельсин, лимон и мандарин	70
Гибель микро- и макроорганизмов от фитонцидов цитрусовых	75
Хемотаксис	83
О взаимоотношениях растений и животных	90
Фитонциды и насекомые	97
Немного о клещах	99
Интересные наблюдения практиков	102
О тлях, мухах и о пчеле	106
Млекопитающие и фитонциды. О ядовитых для человека растениях	117
Болезни растений и животных. Как использовать фитонциды в сельском хозяйстве?	138
Фитонциды — один из факторов иммунитета растений	139
Д. Д. Вердеревский и молдавская школа иммунологов	160
Приоритет открытия роли фитонцидов в иммунитете ра- стений принадлежит советской науке	169
Фитонциды и защита растений от болезней	172
Взаимные влияния растений в природе	198
О любви, ненависти и о равнодушии растений друг к другу Исследования М. В. Колесниченко, А. М. Гродзинского, С. И. Чернобривенко и других ученых	199
Опыты А. А. Часовенной	216
Медицина	227
О народной медицине	229
Секрет «спящей красавицы»	230
Как врачи используют фитонциды высших растений	237
Ветеринария	272
Смелые попытки лечить болезни пчел	272
Фитонциды и вирусы	273

Просьба к ученым-ветеринарам	290
Надо улучшать защитные свойства нашего организма . . .	295
Загадки лесов, лугов и степей	299
Радости и тревоги врачей и биологов	308
Фитонциды и пищевая промышленность	312
Немного об истории проблемы фитонцидов	326
Перспективы исследований	336
Что читать о фитонцидах	341

Борис Петрович Токин

ЦЕЛЕБНЫЕ ЯДЫ РАСТЕНИЙ

Редактор **И. С. Гаврилов**. Художник
Ю. А. Петров. Художник-редактор **О. И. Маслаков**. Технический редактор **Т. П. Гладышева**, Корректор **А. Г. Ткалич**

Славо в набор 7/ХП 1973 г. Подписано к печати
 5/IX 1974 г. М-21447. Формат 84×108^{1/2}. Бумага тип.
 № 3. Усл. печ. л. 18,06+вкл. (0,42). Уч.-изд. л.
 18,59+0,27=18,86. Тираж 100 000 экз. Заказ № 476.
 Цена 89 коп.

Лениздат, 191023, Ленинград, Фонтанка, 59. Ордена
 Трудового Красного Знамени типография им. Во-
 лодарского Лениздата, 191023, Ленинград, Фон-
 танка, 57.