

ПРИРОДА

7

И Ю Л Ъ

1 9 5 4



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК С С С Р

ПРИРОДА

И Ю Л Ь

7

1954

ГОД ИЗДАНИЯ СОРОК ТРЕТИЙ

Е Ж Е М Е С Я Ч Н Ы Й П О П У Л Я Р Н Ы Й
Е С Т Е С Т В Е Н Н О - Н А У Ч Н Ы Й Ж У Р Н А Л
А К А Д Е М И И Н А У К С С С Р



ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
АКАДЕМИК О. Ю. ШМИДТ

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА Д. М. ТРОШИН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Академик А. Е. АРБУЗОВ (*химия*), академик К. М. БЫКОВ (*физиология*), академик А. П. ВИНОГРАДОВ (*геохимия*), академик И. П. ГЕРАСИМОВ (*география*), академик Е. Н. ПАВЛОВСКИЙ (*зоология и паразитология*), академик В. Н. СУКАЧЕВ (*ботаника*), академик А. М. ТЕРПИГОРЕВ (*теория*), академик Н. В. ЦИЦИН (*сельское хозяйство*), академик Д. И. ЩЕРБАКОВ (*геология*), член-корреспондент Академии наук СССР А. Д. АЛЕКСАНДРОВ (*математика*), член-корреспондент Академии наук СССР Б. М. ВУЛ (*физика*), член-корреспондент Академии наук СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ (*онкология*), член-корреспондент Академии наук СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (*микробиология*), член-корреспондент Академии наук СССР Б. В. НЕКРАСОВ (*химия*), член-корреспондент Академии наук СССР Н. И. НУЖДИН (*биология*), член-корреспондент Академии наук СССР А. И. ШАЛЬНИКОВ (*физика*), доктор биологических наук И. А. ЕФРЕМОВ (*палеонтология*), доктор физико-математических наук Б. В. КУКАРКИН (*астрономия*), доктор физико-математических наук К. К. МАРДЖАНИШВИЛИ (*математика*), А. И. НАЗАРОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
<i>Академик А. Ф. Иоффе</i> ФИЗИКА И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО	3
<i>Л. Х. Эйдус</i> КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ	10
<i>Академик А. Л. Курсанов</i> ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И ЕЕ РОЛЬ В РАЗВИТИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА	21
<i>В. В. Ходот</i> ВНЕЗАПНЫЕ ВЫБРОСЫ УГЛЯ И ГАЗА В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ	35
<i>А. А. Щербакова</i> У ИСТОКОВ КЛЕТОЧНОЙ ТЕОРИИ (К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ М. Я. ШЛЕЙДЕНА)	45
В ИНСТИТУТАХ И ЛАБОРАТОРИЯХ	
<i>Профессор Ю. В. Ракитин.</i> Ускорение созревания плодов	53
СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ	
<i>Профессор Т. Г. Сарычева.</i> Важнейшие проблемы советской палеонтологии (К итогам Всесоюзного палеонтологического совещания)	62
НАУКА В СТРАНАХ НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ	
<i>Академик Штефан Милку.</i> Эндокринология в Новой Румынии	66
Раскопки на берегу Дуная	69
ПО РОДНОЙ СТРАНЕ	
<i>Профессор С. Г. Саркисян.</i> Байкал и история его образования	71
НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ	
<i>Б. К. Шембель.</i> Физический эталон времени и частоты (85). <i>Е. И. Клабуновский,</i> <i>В. В. Патрикеев.</i> Диссимметрия строения белковых тел (89). <i>А. Н. Шакин, Г. С. Бенин.</i> Методы увеличения выхода сахара при переработке свеклы (93). <i>Е. А. Терентьева.</i> Новое о редких металлах (95). <i>В. И. Арабаджи.</i> Географические особенности гроз (95). <i>Н. А. Смирнов.</i> Удобрение овощных культур углекислотой в теплицах и парниках (100). <i>К. В. Кострин.</i> Белый кипрей (102). <i>Л. Н. Бабушкин.</i> О причинах изменения окраски цветов (103). <i>Профессор Г. Н. Першин.</i> Фтивазид (104). <i>Н. Г. Буякович.</i> Прилет и отлет промысловых птиц близ Якутска (107). <i>И. И. Бакулин.</i> Лепкоранские буйволы (107). <i>А. А. Формовов.</i> Находка остатков ископаемого человека в Крыму (109).	
ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ	
<i>Ю. А. Орфанитский.</i> Степные западины и древесная растительность (113). <i>Профессор А. П. Драгавцев.</i> Интересный случай вегетативного возобновления яблони (114). <i>О. Т. Кольченко.</i> Костяника на юго-востоке (114). <i>Ф. Л. Щепотьев.</i> Исполинская ива в Хопёрском заповеднике (115). <i>А. М. Алекперов.</i> Массовая зимовка скворцов в Баку (116). <i>З. А. Грибова.</i> Новые данные о распространении лесного лемминга (116). <i>В. А. Грачев.</i> Коротконосый зуек на северном берегу Аральского моря (117). <i>В. Я. Паровицков,</i> <i>В. Ф. Ларионов.</i> Самцовое оперение у самки глухаря (118). <i>М. М. Тымко.</i> Редкая форма входов грецкого ореха (118).	
КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ	
<i>С. М. Полосков.</i> Популярная книга о Солнце	119
<i>Ю. И. Шнейдер.</i> Вклад советских ученых в науку о бактериозах растений	121
<i>Профессор Б. Э. Бызовский.</i> Тщетные усилия неомеханиста	123
ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ	
<i>Т. Л. Муромцева, В. Е. Флинт.</i> Содержание рыб в любительском аквариуме	127

ФИЗИКА И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Академик А. Ф. Иоффе



В Ежемесячных сочинениях Академии наук за 1757 г. опубликована статья «О пользе, которую учение Физики приносит Економии». На первом месте здесь подчеркнута значимость физики для сельского хозяйства. «Физика есть светило Економии», — говорит автор. Он задает вопрос: «как можно принудить землю, на которой родится только негодная трава и терние, чтоб украсилась цветами и плодами; чтоб произрастала полезныя травы, чтоб питала и размножала бесчисленное множество семян себе поверенных, не имея знания о качествах и силах... и о других вещах, которыя все зависят от Физики?»¹.

Творцы русской агрономической науки XVIII в. — М. В. Ломоносов, А. Т. Болотов и И. И. Комов — придавали особенно большое значение физике. И. М. Комов писал в книге «О земледелии», что земледелие «ни что есть иное, как часть физики опытной только всех полезнейшая». Таково же было убеждение профессора Московского университета М. Г. Павлова, который, наряду с курсом физики, издал в 30-х годах XIX в. пятитомный курс сельского хозяйства, первый том которого носит показательное название: «Физические основы земледелия».

Эту традицию продолжали передовые рус-

¹ Ежемесячные сочинения к пользе и увеселению служащие. Сентябрь, 1757 года. В Санкт-Петербурге при Императорской Академии наук, стр. 254.

ские и советские агрономы В. В. Докучаев, П. А. Костычев, В. Р. Вильямс. В. Р. Вильямс говорил мне, что мечтой его жизни было сочетание агротехники с физикой.

Со времен Ломоносова прошло 200 лет. Но далеко не в той мере, как можно было ожидать, физика вошла в земледелие.

Агрофизика нашла себе некоторое место только в почвоведении.

Еще дальше современная физика от животноводства. А между тем упомянутая уже статья 1757 г. отводит физике такое же решающее место в животноводстве, как и в земледелии. Она приводит пример правил «славного академика» Реомюра по разведению цыплят, «коиими доказывается лучше, нежели всеми рассуждениями, тесный союз Физики с Економией» и другой пример Флорентийской Академии, созвавшей совещание для «приведения земледелия в лучшее состояние»¹.

Существует разительный контраст между участием физики в прогрессе промышленного производства и в сельском хозяйстве.

Это различие можно было в прошлом в значительной степени объяснить мелкокустарным характером крестьянского хозяйства с преобладанием ручного труда. В таком хозяйстве нужны хорошие семена, нужны удобрения, но физике, казалось, паче всего в нем

¹ Там же, стр. 255.

делать. Нельзя пытаться изменить климат на участке в несколько гектаров.

За годы Советской власти характер сельского хозяйства изменился и вместе с тем исчезли препятствия для проникновения физики в сельскохозяйственную практику.

Просторы колхозных и совхозных полей, плановое социалистическое сельское хозяйство открывают путь активному воздействию на почвенные и климатические условия. Требования высокой продуктивности нашего земледелия не позволяют игнорировать такие важные факторы урожая, как свет, тепло, снабжение растений водой и углекислотой.

Почти полная механизация и растущая электрификация производственных процессов настоятельно требуют изучения физических явлений, обуславливающих работу орудий и производимые ими операции. Ведь между комбайном и текстильным агрегатом меньше различия, чем между устройствами химического производства и машиностроительного завода. А между тем все внимание физиков отдано промышленности.

В качестве наглядного примера сравним роль физического знания в обработке металлов, с одной стороны, и в обработке почвы — с другой.

Нельзя сказать, чтобы народнохозяйственное значение пахоты было меньше, чем значение резания металлов, или чтобы почва была менее достойным объектом физического исследования, чем металл.

Процессы горячей и холодной обработки металла тщательно изучаются физикой на протяжении многих десятилетий. В постоянном взаимодействии с практикой выросла научная теория и быстро развивается производство; на хорошо проверенной почве научного знания расцветают успехи станковцев-скоростников. Появляются все новые орудия и приемы: фреза, искровая обработка изделий, химическая полировка, новые приемы сварки.

Для контроля качества продукции привлечены все средства физики: спектральный и рентгеновский анализ, магнитная и ультразвуковая дефектоскопия, интерференционные методы.

По сравнению с этим наука об обработке почвы находится еще в начальной стадии. Процесс рыхления и оборота пласта мало

изучен; основные представления не убедительны, а закономерности не установлены. Имеется только грубая оценка затрачиваемой работы и потребляемого топлива, хотя оно обходится стране во много миллиардов рублей. Современный плуг не так далеко ушел вперед от его предшественника за две тысячи лет.

Можно было бы подумать, что в этом деле нет и не может быть новых путей. Но это неверно! Подача электрического потенциала на плуг снижает затраты энергии в зависимости от свойств почвы на 5—15%. Правильно подобранной вибрацией можно уменьшить затрачиваемую работу почти вдвое. Как скажется использование при обработке почвы принципа фрезы или пилы? Каковы перспективы ультразвука как средства рыхления и измерения глубины вспаханного слоя? На эти вопросы нет ответа, хотя успех одного из этих приемов сэкономил бы миллиарды рублей, а может быть, и повысил качество обработки.

Важнейшие процессы движения тепла, воды и углекислоты в почве и припочвенном слое воздуха знакомы, конечно, агротехникам, но не имеют своей теории.

Только недавно разработана была математическая теория распространения тепла в такой сложной и неоднородной среде, какой является почва. Изучаются разнообразные пути передвижения влаги со своими специфическими закономерностями, явления внутрипочвенной конденсации, испарения как с поверхности почвы, так и транспирация с растительного покрова.

Взамен теории и за ее отсутствием агротехника довольствуется первой ее стадией — качественным обобщением практического опыта.

Можно ли себе представить и можно ли допустить, чтобы в Советском Союзе, всеми звеньями опирающемся на передовую науку, важнейший участок народного хозяйства и производственная деятельность большинства населения строились на эмпирических данных, не освещенных точной теорией?

А ведь это так! Агрономы не знают физики — она практически отсутствует в системе агротехнического образования, а физики не знают и не интересуются агротехникой. Среди работников сельского хозяйства нет физиков, а чисто физические исследова-

ния, когда они необходимы, производятся людьми, слабо знакомыми с основами физических знаний.

Вспомним, например, обработку почвы. Существует ли теория физических изменений, которые вносит плуг в почву, теория резания и рыхления почвы, прилипания и перемещения ее? Первые намеки такой теории предложены были проф. В. П. Горячкиным, но сам он считал, что теория пахотных орудий — дело отдаленного будущего.

Физическая теория агротехники еще только зарождается.

Задача систематического использования достижений физики в земледелии поставлена была впервые в Советском Союзе 20 лет тому назад в связи с осуществлением широкой коллективизации. С этой целью в системе Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина был организован Агрофизический институт, пока единственный в мире.

Небольшой по составу, слабо оборудованный Институт с небольшим числом сотрудников, сочетающих агротехнические и физические знания, не мог развернуть проблему агрофизики во всем ее объеме.

Тем не менее, мне не раз придется ссылаться на опыт Агрофизического института для иллюстрации того, что физика может сделать для сельского хозяйства.

Важнейшая задача физики — это изучение, а потом и активное воздействие на использование растениями света, на тепловой и водный режим.

Агротехника выработала с этой целью целый ряд приемов, проверенных многолетней практикой. Но насколько возрастет наша власть над физическими факторами урожая, когда мы будем точно знать требования растений и когда агротехника получит возможность опереться на количественную теорию процессов, протекающих в почве, в растении, в окружающем воздухе! В такой теории сочетаются данные биологии и химии с законами физики.

Нужно, возможно точнее определив потребности определенных культур, разработать агротехнические приемы удовлетворения этих потребностей.

Насколько плохо мы изучили потребности растений, наглядно показывает факт неполноценных урожаев овощей, получаемых в наших теплицах и оранжереях. А уж, казалось

бы, здесь все в наших руках — и свет, и тепло, и вода, и питание.

До последнего времени считалось, что именно красные лучи ответственны за развитие растений. Опыт же показал, что растения требуют освещения, которое преобладает в солнечном спектре и к которому приспособлен глаз человека. Только при таком освещении получаются полноценные овощи. Поэтому требования к источникам освещения для светокультуры растений те же, что и для животных и человека, как и следовало ожидать, исходя из факта приспособления растения к условиям внешней среды.

Считалось, что слабое освещение должно сопровождаться низкой температурой. На самом деле, наоборот, при недостаточном освещении нужна высокая температура почвы и помещения.

Неправильные представления существовали и о количестве света, и о способах обогрева теплиц, и о фотопериодизме.

Приспособив к потребностям данной культуры силу и спектральный состав света, длительность искусственного освещения в сочетании с естественным, подобрав правильный тепловой и водный режим, можно, как оказалось, получать в закрытом грунте в короткие сроки большие урожаи овощей с повышенным содержанием сахара и витаминов.

Из отдельных результатов светокультуры назову: десятикратное ускорение развития древесных культур, получение 5—6 урожаев пшеницы в год, выращивание хлопка за 90 дней, томатов за 60 дней и редиса за 15 суток.

Главное препятствие широкому распространению светокультуры — ее дороговизна. Но и она преодолевается по мере овладения спецификой закрытого грунта. Использование точных физических методов открыло ряд закономерностей, определяющих необходимые для светокультуры условия света, тепла и питания. На этом примере можно было проследить, как физические методы вносили ясность в запутанную и мало изученную область явлений и сделали ее доступной количественному расчету. На основе полученных данных можно обосновать экономику закрытого грунта и реально поставить задачу круглогодичного снабжения городов овощами. Можно надеяться, что обогрев неиспользованным теплом заводов и фабрик,

газовые светильники, водные культуры еще более снизят расходы и сделают светокультуру экономически выгодной.

Всякому понятна важность изучения условий, в которых протекает жизнь растений, но можем ли мы изменить их в желательную сторону в полевых условиях?

Опыт Агрофизического института позволяет положительно ответить на этот вопрос. Вот несколько примеров. Культура картофеля в северных районах Союза часто страдает от ранних осенних заморозков, губящих ботву и останавливающих рост клубней. Р. Н. Асейкин (погибший в Отечественную войну), развивая идеи основоположника агрометеорологии П. И. Броунова, указал, что в почве и в воздухе во время заморозков еще немало тепла, тогда как температура листьев значительно ниже нуля. Он пришел к заключению, что посадка картофеля на разреженных высоких гребнях, расположенных по направлению ветра, может предохранить ботву от гибели за счет тепла, еще в избытке запасенного в почве.

Действительно, восьмилетние опыты в Карело-Финской республике и Мурманской области показали, что гибель картофеля на гребнях никогда не превышала нескольких процентов, тогда как рядом на гладком посеве заморозки губили иногда свыше 90%. В результате более крупные, дольше развивающиеся клубни давали на гребнях превышение урожая на 30—40%, несмотря на меньшее количество посадочного материала. Сейчас этот прием принят на севере в производственных масштабах.

Расчет и опыт показали, что на глубине 10 см в верхней части гребня и днем, и ночью на всем протяжении весны и раннего лета температура выше, а водный режим лучше как при недостаточном, так и при избыточном увлажнении и заболачивании. Поэтому использование приема посадки картофеля на гребнях дает и в Ленинградской области большие урожаи раннего картофеля.

Гребневая культура хлопка в Средней Азии, в отличие от гладкого посева, сохраняет после полива почвенную структуру, улучшает тепловые условия и приводит к повышению урожая хлопка до 20%.

Эти же обстоятельства объясняют успех приема проф. Н. Г. Жучкова в разведении плодовых садов на валах.

Гребневая культура — один из приме-

ров улучшения теплового режима на севере или сохранения структуры почвы при поливах на юге.

Опыт показал, что соответственным выбором рельефа и размещения растений можно изменять энергетический баланс и влиять на световой режим, улучшая микроклимат и приспосабливая его к требованиям возделываемой культуры.

Предложены были и испытаны в полевых условиях различные средства воздействия на почву.

Для того чтобы придать почве комковатую структуру и проверить значение такой структуры, разработаны были приемы внесения вытяжек из торфа и отходов производства, например, сульфидных щелоков (задолго до шума, поднятого в США вокруг создания искусственной структуры криллиумом). Искусственные почвенные структуры по своей водопрочности не уступают чернозему и в то же время клеи служат удобрением, заметно повышая урожай.

При помощи небольших добавок мылонафта можно сделать почвенные частицы несмачиваемыми водой. Получающаяся таким путем гидрофобная земля прекращает фильтрацию и проникновение воды, создает хорошую тепловую и электрическую изоляцию.

Одно из покрытий, испытывавшихся на почве, — распыленная эмульсия битума — оказалось хорошим средством закрепления развешиваемых песков и зарастивания пустынь растительностью.

Многолетние испытания этого приема в Кара-Кумах и на Нижне-Днепровских песках показали, что образующаяся после разбрызгивания эмульсии битумная пленка прочно закрепляет пески даже при ураганных ветрах, а посаженные под пленкой семена или черенки дают устойчивые всходы; хорошо развиваются в этих условиях и травы. Осмотр посадок, произведенных в Кара-Кумах 15 лет тому назад, обнаружил на опытных участках сотни деревьев саксаула высотой до 3 м с широкой кроной. Так же хорошо растет на битумизированных участках сосна на Нижнем Днепре.

Испытание больших органо-минеральных гранул явилось интересной попыткой использовать высокое осмотическое давление концентрированного раствора для того, чтобы сохранить в грануле влагу и таким образом поддерживать питание растения в течение всего

вегетационного периода на достаточно высоком уровне.

Гранула пронизывается корневой системой растения, которую она питает удобрениями, при сравнительно высокой влажности, притягиваемой из окружающей почвы ее гигроскопическими составляющими. Урожай овощей повышается при этом на 50—100 ц с 1 га.

Разумеется, приведенные факты не исчерпывают наших возможностей воздействия на физические факторы — они только иллюстрируют на отдельных примерах реальность поставленной задачи.

Мы еще не научились управлять климатом и делать погоду. Но Центральный институт прогнозов предсказывает ее (удачно, а иногда и неудачно) на ближайшие дни и месяцы. При помощи этих данных можно, как оказалось, дать прогноз температуры в пахотном слое почвы на различных глубинах на две недели вперед, что бесполезно знать в периоды сева. Можно с уверенностью предсказать с вечера утренний заморозок. Когда достоверность прогнозов возрастет, можно будет судить о ходе температуры и влажности не только в воздухе, но и в почве за время вегетации и соответственно построить агротехнику.

Изучая в течение последних лет поливное хозяйство на Волге и в Ростовской области, и в частности влияние мощных однократных осенних поливов (влагозарядки), можно было установить, какая часть поливной воды используется растениями и какая уходит в глубокие горизонты, недоступные для корневой системы; как возникает засоление почв и как его предотвратить. Изучен был в их взаимодействии тепловой, радиационный и водный режим за весь вегетационный период, развитие растительного покрова и его конечный результат — урожай по сравнению с лишними поливами.

При этом выяснилось, что когда образовался растительный покров, основной расход воды — это транспирация, которая, как оказалось, не зависит от влажности почвы, пока влажность выше 60% полевой влагоемкости. В этих условиях потребная растению вода определяется радиационным балансом, т. е. разностью между поступающей солнечной энергией и излучением растительного покрова. На каждые 600 кал поглощаемого теп-

ла расходуется 1 кг испаряемой воды. Эта связь показывает, какую большую роль в транспирации растений играет требование предотвратить их перегрев. Всего 10% тепла уходит в почву.

Таким образом, в указанных условиях по радиационному балансу данного района можно судить о необходимом количестве поливной воды.

Агрономы пользуются громоздкими и несовершенными измерительными приборами для таких физических показателей, как влажность воздуха и почвы, температура поверхности, для учета испарения почвой и растениями. Некоторые из общепринятых приборов показывают совсем не то, что интересуется агронома. Вовсе не существует прибора для учета конденсации, для наблюдения за движением в почве воды и питательных веществ.

Так, например, температуру поверхности почвы и температуры на различных глубинах принято определять при помощи ртутных термометров. Легко представить себе, в каких условиях приходится отмечать положение ртутного столбика, как нужно наклоняться и как повреждается при измерениях окрестная растительность. Так же обстоит дело и с измерением влажности психрометрами Ассмана с двумя термометрами при их обдувании воздухом. Все это измерительные приборы XIX века.

Между тем современная метрология, количественно учитывающая тончайшие изменения, несомненно могла бы справиться с требованиями, предъявляемыми агротехникой и растениеводством. Для этого следовало бы обратиться к богатому арсеналу средств современной физики.

Многие физические измерения чрезвычайно облегчаются применением радиотехнических приемов, широко вошедших в технику эксперимента. Использование полупроводниковых приборов взамен вакуумных ламп еще больше упрощает задачу. Дешевизна и массовость изготовления, механическая прочность (весь прибор — это камешек размером в 2—3 мм), отсутствие накала нити, необходимого в вакуумных лампах, и вытекающее отсюда малое потребление электроэнергии делают полупроводниковую радиотехнику особенно пригодной в условиях сельского хозяйства.

Полупроводники решают и другие изме-

рительные задачи: крупинка размером в несколько десятых миллиметра измеряет температуру листа, температуру и влажность воздуха, температуру почвы на любой глубине или на поверхности, причем, как и всякий электрический прибор, она позволяет регистрировать показания и наблюдать издалека.

Полупроводниковые фотоэлементы определяют освещенность как на поверхности, так и внутри травостоя или в лесу.

Физика должна быть также использована для улучшения бытового обслуживания колхозников. Например, термоэлектрическая батарея, помещенная над стеклом керосиновой лампы, питает электроэнергией радиоприемник и приобщает, таким образом, к радиовещанию самые отдаленные, еще лишенные электричества уголки нашей Родины. Радио становится доступным на Крайнем Севере, в горных и пустынных районах, при лесоразработках, при прокладке дорог и т. п. Тысячи колхозов уже снабжены полупроводниковыми термобатареями.

Такие же, но только более мощные термоэлектрические батареи из полупроводников могут обеспечить электроэнергией радиостанции машинно-тракторных станций и систему радиуправления работой тракторов и машин в поле, могут обеспечить полевые работы электрическим освещением.

Полупроводники могут разрешить и другую, важную для сельского хозяйства задачу — сохранение скоропортящихся продуктов путем создания холода.

«Как скоро сельские труды будут учреждаемы просвещенными людьми, земледелие также будет в почтении, как и другая художества, и очищенная нами земля не откажет нас наградить изобилием плодов своих»¹ — так заканчивается упомянутая статья XVIII в.

Сформулируем теперь важнейшие задачи физики в сельском хозяйстве.

Это, во-первых, — приспособление светового, теплового и водного режима к потребностям выращиваемой культуры, к почве и климату района. В частности, тепловая мелиорация для северных районов; зимняя агротехника; рациональное использование солнечного света и почвенной влаги; борьба

с фильтрацией в поливном земледелии. Селекция может еще более успешно содействовать продвижению культур в иные климатические зоны, если ей удастся сознательно изменить оптические, термические и механические свойства и транспирацию.

Во-вторых, изучение процессов, связанных с сельскохозяйственными работами. В частности, теория обработки почвы; механизм и законы движения воды и тепла в почве; изучение почвенной и воздушной углекислоты; влияние физических факторов на растения и микрофлору; процессы сушки зерна и трав; очистка зерна; разработка на основе теории нахотных орудий приемов снижения затрачиваемой орудием работы при помощи электросмазки, вибрации и т. п. приемов; испытание новых путей рыхления и перемещения почвы.

В-третьих, внесение передовых методов и приемов современной физики в изучение процессов в почве и в растениях с целью разработки количественной агротехнической науки. Широкое применение метода радиоактивных индикаторов; математическая формулировка важнейших закономерностей.

В-четвертых, выращивание овощей в закрытом грунте и на искусственном освещении для получения ранних овощей и круглогодичного снабжения городов свежими овощами. Рациональная экономика светокультуры; выбор источников света; использование отходов тепла, гидротеплицы, искусственные почвенные структуры.

В-пятых, создание физических приборов, измеряющих важнейшие показатели сельскохозяйственного производства. Автоматизация и телеуправление производственными процессами.

В-шестых, улучшение и автоматический контроль за условиями хранения и транспорта продуктов сельского хозяйства с использованием холодильной техники, рациональных приемов сушки, защиты от действия влаги и кислорода воздуха.

Можно наметить аналогичные формы участия физики в животноводстве — эти вопросы принято относить к биофизике. Если физика в растениеводстве имеет в нашей стране свою историю и некоторые, хотя и недостаточные, достижения, то в животноводстве физика не принимала до последнего времени почти никакого участия.

Научная основа как растениеводства, так

¹ Ежемесячные сочинения к пользе и увеселению служащие, стр. 270.

и животноводства — биология. Но нельзя рассматривать организм в отрыве от условий его существования. Поэтому биолог принужден обращаться к почвоведу, агрохимику, агрофизику.

Тем более невозможно оторвать физические явления в живой природе от их биологической основы; тепловые и водные свойства почвы, ее структуру — от действия микрофлоры, от влияния корневой системы. Карикатурой на агрофизику выглядит попытка представить почву как собрание капилляров или губку, снабжающую растение водой.

Как ни велика, по нашему убеждению, роль физики в сельском хозяйстве, не следует забывать, что физические воздействия — только вспомогательное средство для лучшего произрастания растений.

Поскольку урожай определяется условиями внешней среды, физика и химия — мощное средство повышения урожайности полей.

Социалистическое земледелие быстрыми темпами оснащается все новыми машинами и орудиями, сельскохозяйственная практика все теснее связывается с физикой и механикой.

Нетерпимо поэтому такое положение, когда сельскохозяйственная практика игнорирует такое мощное орудие своего роста, как достижения физики, когда индустриализованное сельское хозяйство ограничивается традиционными приемами тысячелетней давности. Не приходится доказывать, что, приспособив световой, тепловой и водный режим к потребностям растения, мы повысим урожай, что при этом в новые районы продвинулись южные культуры, оживут обширные пространства нашего севера и пустынные области на юге.

Наши физики уже доказали своим участием в промышленности, успешным решением порученных им актуальных и трудных задач, что они могут принять деятельное участие и в подъеме нашего сельского хозяйства. Социалистическая система устраняет все препятствия, стоящие на пути к достижению этих целей. Необходимо направить физику и советских физиков на великое дело помощи сельскому хозяйству; необходимо широко открыть новый сельскохозяйственный фронт физического знания. Агрофизика не менее необходима, чем радиофизика, металлфизика.

Нужно ввести в систему сельскохозяйственного образования изучение основ физики, издав учебник физики для сельскохозяйственных вузов, и создать кадры ученых-агрофизиков в университетах и сельскохозяйственных вузах.

Нужно направить тематику исследовательской работы кафедр физики сельскохозяйственных вузов в сторону интересов сельского хозяйства.

Советская агрофизика должна во всех своих звеньях изучать и обобщать опыт передовиков сельского хозяйства, тысячелетний опыт прошлого и достижения агротехники как в СССР, так и за рубежом.

Нужно организовать производство рациональных физических приборов для сельского хозяйства и снабдить ими зональные и опытные станции, а по мере роста кадров агрофизиков направлять их на эти станции.

Чем скорее и полнее удастся включить в агрономическую науку физические знания, физические методы и физические приборы, тем скорее и успешнее будут решены задачи дальнейшего развития сельского хозяйства нашей страны.



КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ

Л. Х. Эйдус



Первые сведения о космических лучах были получены в начале нашего столетия. Эти лучи, приходящие на Землю из мирового пространства, невидимы и обнаружить их можно только по тому воздействию, которое они оказывают на окружающую нас природу.

Под действием космических лучей атомы газов, из которых состоит воздух, ионизируются, т. е. расщепляются на два разноименных заряженных иона: отрицательно заряженный электрон и положительный ион — оставшаяся часть атома. Ионизация воздуха может быть обнаружена при помощи электроизмерительных приборов, так как присутствие ионов делает воздух способным проводить ток.

Воздух в атмосфере всегда в той или иной степени ионизован. Эта ионизация создается излучением, испускаемым различными радиоактивными элементами, находящимися в почве, и тяжелыми радиоактивными газами, имеющимися в небольшом количестве у земной поверхности.

Однако уже давно было замечено, что существует еще какая-то причина, которая вызывает дополнительную ионизацию воздуха. Этот неизвестный агент мог также быть связан с наземными предметами. Но в таком случае по мере удаления от земной поверхности ионизация должна была бы ослабевать, так как лучи, ее вызывающие, поглощались бы постепенно воздухом. В действительности же оказалось, что с подъемом на высоту

ионизация воздуха не только не ослабевает, но, наоборот, во много раз возрастает. Измерения, произведенные на горах, а затем в стратосфере при помощи воздушных шаров и аэростатов, показали, что чем выше поднимается прибор, тем большую ионизацию он регистрирует. Тогда-то и возникло предположение о том, что дополнительная ионизация вызывается лучами, идущими не вверх от Земли, а наоборот, приходящими на Землю из мирового пространства, из космоса. В воздухе эти лучи поглощаются, поэтому ионизация, вызываемая ими в стратосфере, больше, чем в нижних слоях атмосферы.

В дальнейшем внеземное происхождение космических лучей было установлено с несомненностью. Было доказано, что космические лучи представляют собой поток заряженных частиц, падающих на Землю из мирового пространства.

Земля, как известно, является огромным магнитом. Магнитное поле Земли простирается вокруг нее на очень большие расстояния. Заряженные частицы, попавшие в магнитное поле, отклоняются от первоначального направления своего движения, их траектории искривляются, закручиваются. Чем тяжелее частица или чем больше ее скорость, тем слабее отклоняется она полем. Частицы, летящие с малой скоростью, могут оказаться вообще неспособными пролететь через магнитное поле, так как направление

их движения резко изменяется и они «уводятся» магнитным полем в другие направления. Чем сильнее магнитное поле, тем большей энергией должна обладать частица, чтобы пролететь сквозь него без значительного отклонения.

Если космические лучи падают на Землю из мирового пространства и обладают электрическим зарядом, то они неизбежно должны пройти большой путь в магнитном поле Земли и отклониться этим полем. Около полюсов отклоняющее действие поля слабее всего. К экватору оно усиливается. Поэтому у экватора достичь Земли могут лишь такие частицы, которые обладают очень большой энергией. У полюсов же, кроме таких частиц, до Земли дойдут еще и частицы с меньшей энергией. Поэтому полное число космических частиц, достигающих Земли, или, иначе говоря, интенсивность космических лучей, будет расти к полюсам.

Чтобы обнаружить подобный геомагнитный (т. е. связанный с магнитным полем Земли) «широтный эффект», необходимо было произвести измерения интенсивности космических лучей в разных точках земного шара и результаты сравнить между собой. При этом измерения должны были производиться в верхних слоях атмосферы, где еще имеется «чистое» первичное космическое излучение, т. е. излучение, непосредственно приходящее из космоса. При прохождении же через земную атмосферу космические лучи могли не только резко поглощаться, но и вызывать какие-то вторичные эффекты, которые исказили бы истинную картину.

Но как достичь границы атмосферы? Ведь известно, что земная атмосфера распространяется на многие десятки и даже сотни километров. Задача облегчается тем, что плотность воздуха при удалении от поверхности Земли уменьшается довольно резко, так что, например, на высоте 30 км остаточное атмосферное давление составляет уже всего $1/100$ ат, и эта высота может практически считаться границей атмосферы. Но и до таких высот добраться не просто. При помощи воздушных шаров и самолетов можно произвести измерения на высотах, не превышающих примерно 10 км. Больших высот можно достичь при помощи стратостатов. Однако полет стратостата не всегда может быть совершен. Выход был найден в использовании шаров-зондов, снабженных радиоустановками. Со-

ветский физик С. Н. Вернов в 1934 г. разработал эффективный метод регистрации космических лучей при помощи автоматических установок, засылаемых в атмосферу на шарах-зондах. Большие связки шаров-зондов поднимаются на высоту до 25—30 км. Шары неуправляемы, поэтому при их падении запись показаний приборов может повредиться или вообще пропасть. Чтобы этого избежать, во время полета показания всех приборов, в том числе и барографа, регистрирующего атмосферное давление, передаются по радио на Землю. Многочисленными исследованиями были произведены десятки экспериментов в разных точках земного шара. И широтный эффект действительно был обнаружен. Оказалось, что в стратосфере интенсивность космических лучей в северных широтах в несколько раз больше, чем на экваторе. Так было доказано, что космические лучи действительно представляют собой поток быстрых заряженных частиц, падающих на Землю из мирового пространства.

По отклонению магнитным полем Земли удалось установить еще два важных свойства космических частиц: их энергию и знак заряда.

Как уже было отмечено, пройти через «барьер», создаваемый магнитным полем Земли, могут только очень быстрые частицы, обладающие большой кинетической энергией. Обычно энергия атомных частиц измеряется в электронвольтах. Один электронвольт (эв) — это энергия, которую приобретает электрон, разгоняясь в электрическом поле под действием разности потенциалов в один вольт. Энергия отдельных частиц, испускаемых, например, при распаде радиоактивных элементов, достигает нескольких миллионов электронвольт. Но энергия космических частиц значительно больше. Расчет показывает, что на экваторе преодолеть магнитное поле Земли могут лишь частицы с энергией свыше 15 млрд. эв. Чем дальше от экватора и ближе к полюсам, тем меньше та предельная энергия, которая необходима для прохождения сквозь магнитное поле Земли. Сравнивая результаты измерений, произведенных на различных широтах, можно определить, какой энергией обладает большинство космических частиц. Оказывается, среди первичных частиц больше всего таких, энергия которых лежит в пределах от нескольких миллиардов до нескольких десятков милли-

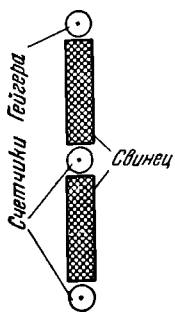


Рис. 1. «Телескоп» для регистрации космических лучей

составленным из нескольких счетчиков Гейгера (рис. 1).

Название «телескоп» объясняется тем, что, подобно астрономическому телескопу, улавливающему световые лучи, идущие лишь в определенном направлении из какой-либо точки неба, этот прибор также регистрирует лишь те космические частицы, траектории которых лежат в плоскости, близкой к его осевой плоскости. Действительно, прохождение заряженной частицы через счетчик Гейгера, как известно, вызывает в нем разряд, который может быть зарегистрирован приборами в виде электрического импульса.

При прохождении космической частицы через все три счетчика «телескопа», будет зарегистрировано совпадение во времени разрядов в счетчиках.

Оказывается, большинство космических частиц вблизи поверхности Земли проходит через все счетчики телескопа даже в том случае, когда они разделены между собой чрезвычайно толстыми слоями поглотителя, например слоем свинца толщиной в 1 м.

Важной характеристикой космических лучей является также знак их заряда.

На Землю из мирового пространства космические частицы падают равномерно со всех сторон и по всем направлениям. Магнитное же поле отклоняет положительно

ардов электронвольт. Однако имеются, хотя и в меньшем числе, частицы с энергией еще во много раз большей. Порой на Землю приходят частицы с энергией в миллионы миллиардов электронвольт¹.

Благодаря своей огромной энергии космические частицы обладают способностью проникать сквозь толстые слои вещества. Наглядно это может быть проиллюстрировано опытом с так называемым «телескопом»,

и отрицательно заряженные частицы в противоположные стороны. Положительные частицы отклоняются к востоку, а отрицательные — к западу. Поэтому, если в составе космических лучей преобладают положительные частицы, то на поверхность Земли с запада будет приходиться больше частиц, чем с востока. Это можно обнаружить при помощи того же «телескопа», наклоняя его к западу и к востоку и затем определяя число космических частиц, приходящих по этим направлениям. Было установлено, что на Землю приходят почти исключительно положительно заряженные частицы, и высказано предположение, что эти частицы являются протонами — ядрами водорода¹.

В дальнейшем это предположение в основном подтвердилось, однако оказалось, что состав первичного излучения значительно сложнее. Наряду с протонами, в первичном излучении содержатся ядра других химических элементов — гелия, углерода, азота, кислорода, железа и т. д.

Для получения этих сведений был применен уже иной метод исследования. Этот метод, предложенный еще в 1927 г. советским физиком Л. В. Мысовским, заключался в использовании фотографических пластинок с толстым слоем эмульсии. В фотопластинках различные частицы оставляют неодинаковые следы. Чем тяжелее частица и меньше ее скорость, чем больше ее заряд, тем сильнее она ионизует вещество эмульсии, тем отчетливее ее след. В обычных фотопластинках слой эмульсии очень тонкий, и след частицы в нем трудно заметить.

Таким образом, благодаря ионизации, создаваемой космическими частицами, можно не только непосредственно увидеть невидимый след отдельных частиц, но даже различить между собой частицы с разными зарядами, массами и скоростями.

Конечно, следы частиц можно заметить лишь при просмотре проявленных пластинок в микроскоп.

Толстослойные фотопластинки — не единственный прибор, позволяющий увидеть след отдельной заряженной частицы. Неоценимую службу при исследовании природы космических лучей сослужила и камера Вильсона — прибор, широко используемый в различных разделах физики атомного

¹ Следует заметить, что общая энергия, приносимая космическими лучами на Землю, все же незначительна, так как число космических частиц сравнительно невелико. Эта энергия приблизительно равна энергии, приносимой видимым светом звезд, а следовательно, много меньше энергии солнечного света.

¹ Протоны в 1837 раз тяжелее, чем электроны.

ядра. При резком расширении объема камеры, наполненной насыщенными парами воды или спирта, в ней создается пересыщение и образуется мельчайший туман. Когда через камеру проходит какая-либо заряженная частица, она оставляет в ней невидимый след из ионов. Если в этот момент произойдет расширение камеры, то частички тумана будут группироваться около этих ионов и образуется хорошо видимый след в виде цепочки капелек. Здесь, как и в фотопластинках, чем больше ионизация, создаваемая частицами, тем больше капелек и гуще след частицы. Однако в проявленной фотопластинке следы частиц сохраняются в течение многих месяцев и даже лет. След же частицы в камере Вильсона, хотя и виден невооруженным глазом, однако сохраняется лишь доли секунды, после чего капельки падают на дно камеры. В связи с этим оказывается необходимым фотографировать следы частиц в камере.

В 1927 г. Д. В. Скобельцын при помощи камеры Вильсона впервые обнаружил следы космических частиц. Он поместил камеру Вильсона между полюсами электромагнита. На снимках были обнаружены следы частиц столь большой энергии, что они практически не отклонялись полем электромагнита.

Выше мы указывали, что наличие положительного заряда у первичных космических частиц удалось установить по их отклонению в магнитном поле Земли. Первичные частицы пролетают в магнитном поле Земли огромный путь и поэтому успевают заметно отклониться от первоначального направления своего движения. Путь же частиц в самых больших камерах Вильсона не превосходит метра, чаще всего составляет 20—30 см. Поэтому, чтобы резко искривить путь частицы большой энергии в пределах самой камеры, надо создать магнитное поле в сотни и тысячи раз более сильное, чем поле Земли. Этим компенсируется малая протяженность магнитного поля в камере.

В дальнейшем, используя более сильные электромагниты, исследователям удалось все же искривить траектории космических частиц, наблюдаемых в камере Вильсона, и тем самым определить знак их заряда.

Таким способом было показано, что вблизи земной поверхности в космических лучах содержатся не только положительные частицы, как в первичном космическом из-

лучении, но и отрицательные частицы, причем примерно в равном количестве. Это само по себе уже означало, что в атмосфере Земли происходят какие-то процессы, в результате которых первичные положительно заряженные космические частицы создают вторичные, в том числе и отрицательные.

В 1932 г. при помощи камеры Вильсона, помещенной в магнитное поле, американский физик Андерсон впервые в космических лучах открыл новую, дотоле неизвестную частицу, названную позитроном. След этой частицы в камере по своему виду полностью совпадал со следами электронов, но отклонялся магнитным полем в противоположную сторону. Таким образом, это был след частицы, столь же легкой, как электрон, но заряженной положительно.

Открытие позитронов позволило объяснить одно интересное свойство космических лучей, обнаруженное незадолго до этого Д. В. Скобельцыным. Наблюдая следы частиц в камере Вильсона, Д. В. Скобельцын заметил, что порой они появляются не в одиночку, а группами, по несколько одновременно. Такие группы частиц стали называть ливнями. На рис. 2 приведена фотография ливня в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле. В составе этих ливней наблюдалось приблизительно равное число положительных и отрицательных частиц. Отрицательными частицами были электроны. С открытием позитронов стала понятна и природа положительных частиц.

Как же образуются ливни? На этот вопрос ответ дала теоретическая физика. Хорошо известно, что заряженные частицы притягиваются или отталкиваются друг от друга в зависимости от того, разноименно они заряжены или одноименно. Поэтому всякая заряженная частица, пролетая мимо ядра какого-либо атома, отклоняется в ту или иную сторону. Однако по законам электродинамики при всяком изменении характера движения заря-

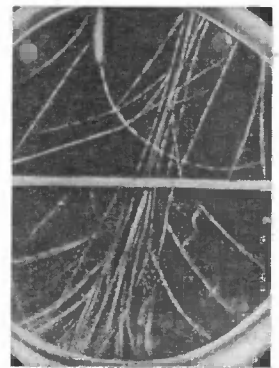


Рис. 2. Фотография электронно-фотонного ливня в камере Вильсона

женной частицы должны испускаться электромагнитные волны, которые могут унести с собой значительную часть энергии частицы, затормозив при этом ее движение. Это так называемое «тормозное излучение» испускается не непрерывным образом, а прерывисто, отдельными порциями, называемыми фотонами. Таким образом, фотон представляет собой порцию электромагнитного излучения большой частоты, но в известных условиях он ведет себя как отдельная частица. Так, например, сталкиваясь с электроном, входящим в состав какого-либо атома, фотон может передать ему часть своей энергии и выбить его из атома. Это происходит примерно таким же образом, как при упругом столкновении двух бильiardных шаров. Примером фотонов тормозного излучения могут служить всем известные рентгеновские лучи.

Помимо процесса испускания заряженными частицами фотонов, существует и обратный процесс, при котором фотоны создают заряженные частицы. При этом фотон создает сразу пару частиц — электрон и позитрон, передавая им всю свою энергию. Из-за существования такого процесса образования электронов и позитронов, сами фотоны не могут пройти большого пути в веществе, но зато вместо одного фотона образуются две новые частицы, летящие примерно в том же направлении, в котором ранее двигался фотон. Эти вновь созданные частицы, в свою очередь, испускают другие фотоны, которые опять «рождают» пары электрон—позитрон и т. д. Так, из одного первоначального фотона или электрона¹ возникает целая электронно-фотонная лавина. Число частиц в ней сначала возрастает, и энергия первоначальной частицы распределяется между все большим числом частиц. При этом энергия каждой из вторичных частиц становится все меньше и меньше, и, наконец, наступает такой момент, когда ее уже не хватает на образование новых частиц. Тогда лавина затухает, так как электроны малой энергии постепенно останавливаются, теряя остаток своей энергии на ионизацию.

Особенно интенсивно такие электронно-фотонные лавины развиваются в тяжелых

веществах, где из-за большого заряда ядра электроны очень быстро тормозятся, а фотоны эффективно создают пары электрон—позитрон. Так, например, в 1,5 см свинца лавина развивается столь же сильно, как в метровом слое воды, состоящей из легких элементов — водорода и кислорода, или в слое воздуха толщиной в 1 км. На рис. 3 показано развитие электронно-фотонной лавины, возникшей в свинцовых пластинках, помещенных внутри камеры Вильсона.

Созданная целым рядом ученых математическая теория электронно-фотонных лавин, так называемая «каскадная теория», позволяет определить различные характерные черты лавин. При помощи каскадной теории можно рассчитать, сквозь какие толщии поглотителей способны проникнуть лавины, созданные электронами или фотонами различной энергии, число частиц в лавине на различной глубине в поглотителе, расхождение электронов от центральной оси, в направлении которой распространяется лавина (см. рис. 3), и т. д. Каскадная теория хорошо согласуется с опытом и позволила понять много закономерностей, наблюдавшихся в электронно-фотонных лавинах. Большой вклад в создание этой теории внесли советские физики-теоретики Л. Д. Ландау, И. Е. Тамм и С. З. Беленький.

Свойство электронов создавать лавины широко используется для разделения легких и тяжелых космических частиц. Чем легче частица, чем меньше ее масса, тем сильнее она отклоняется ядром и тем большую энергию передает фотонам тормозного излучения. Поэтому, например, электроны или позитроны не могут пройти большой путь в веществе, так как они очень быстро передадут свою энергию фотонам, а сами остановятся. Тяжелые же частицы практически не создают фотонов, так как из-за большой массы они, пролетая мимо атомных ядер, очень слабо отклоняются от направления своего движения. Так, слой свинца толщиной 10—15 см почти полностью «отсекает» электроны. Для тяжелых же частиц он большого препятствия не представляет.

Способность космических частиц, наблюдаемых вблизи поверхности Земли, проникать сквозь большие толщии свинца свидетельствовала о том, что большинство из них является не электронами, а тяжелыми частицами. В то же время присутствие среди

¹ В дальнейшем под «электронами» мы будем понимать оба вида легких заряженных частиц — электроны и позитроны.

них отрицательных частиц не позволяло отнести их за счет одних лишь первичных частиц космического излучения, прошедших сквозь всю толщу земной атмосферы. Дальнейшие исследования привели к обнаружению новых, ранее неизвестных частиц, так называемых «мезонов», обладающих многими замечательными свойствами.

История этого открытия такова. Известно, что ядра атомов состоят из приблизительно одинакового количества протонов и нейтронов. Но как можно объяснить, что в ядре, в чрезвычайно малом объеме тесно соприкасаются несколько одноименно заряженных протонов? Ведь под действием электрических сил отталкивания они должны были разлететься в разные стороны, и сложные ядра не могли бы существовать! Очевидно, для объяснения устойчивости ядер необходимо предположить существование каких-то сил сцепления, которые перевесили бы силы электрического отталкивания. Так появилась идея о существовании особых, так называемых ядерных сил сцепления, действующих между протонами и нейтронами.

Для того чтобы теория могла количественно объяснить ядерные силы сцепления, достаточно предположить, что протоны и нейтроны в ядрах обмениваются между собой гипотетическими частицами, в 200—300 раз более тяжелыми, чем электрон. В 1938 г. были получены первые сведения о том, что частицы с такой массой действительно существуют, причем они наблюдаются в свободном состоянии, а не в ядрах.

Андерсон и Неддермайер, наблюдая следы космических частиц в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле, обнаружили особенный след, который по всем признакам принадлежал частице с массой, промежуточной между массой электрона и протона. Величина массы новой частицы примерно в 200 раз превышала массу электрона. Отсюда и произошло название этой частицы «мезотрон» или «мезон», что по-гречески означает «промежуточный». Естественно, что сразу после открытия в космических лучах мезонов их отождествили с гипотетическими частицами, обуславливающими ядерные силы сцепления протонов и нейтронов между собой. Эти мезоны стали обозначать греческой буквой μ (мю) и называть мю-мезонами. В дальнейшем ученые наблюдали среди космических частиц большое количество

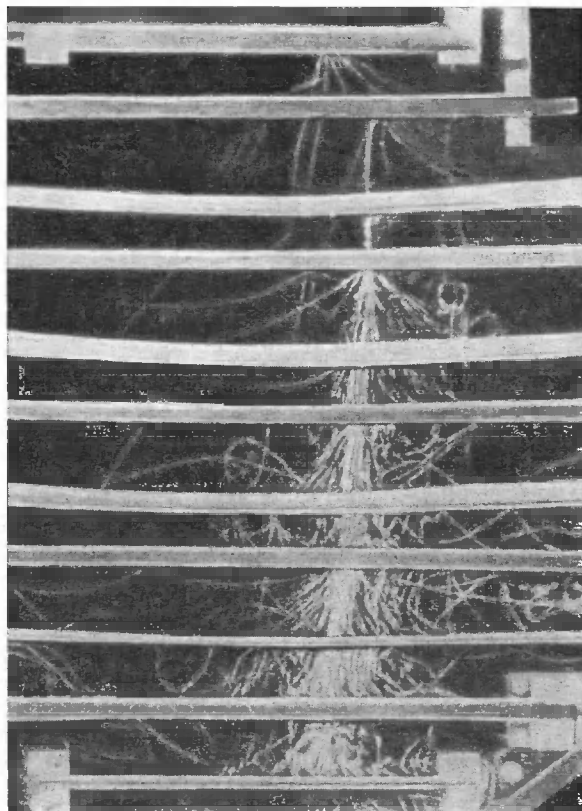


Рис. 3. Фотография электронно-фотонной лавины в камере Вильсона. Лавина возникает в свинцовых пластинках

мю-мезонов, обладающих как положительным, так и отрицательным зарядом, равным по величине заряду электрона.

Кроме величины массы, у космического и ядерного мезонов имелось еще одно общее свойство, отличавшее их от ранее известных частиц—электронов и протонов. Оказалось, что мезоны нестабильны. Различными экспериментальными методами было установлено, что космический мезон, растратив энергию на ионизацию атомов вещества вдоль пути своего движения и остановившись, существует лишь около двух миллионных долей секунды, а затем самопроизвольно распадается на несколько более легких частиц. Одной из таких частиц является известный уже нам электрон. Остальные продукты распада мезона являются нейтральными частицами, известными под названием нейтрино. Эти частицы не имеют электрического заряда,

очень слабо взаимодействуют с атомами и почти не проявляют себя.

Согласно теоретическим представлениям, такой же способностью распадаться с образованием электронов должны были обладать и частицы, которыми обмениваются в ядре нейтроны и протоны. Казалось, все подтверждало тождественность теоретически предсказанных частиц и мю-мезонов. Однако последующие исследования выявили такие свойства мю-мезонов, которыми никак не могли обладать мезоны, необходимые для объяснения ядерных сил.

Для того чтобы какая-либо частица могла служить посредником при «обменном» взаимодействии в ядре, она сама должна обладать большим сцеплением с ядерными частицами. Действительно, если протоны и нейтроны не будут с большой эффективностью испускать и захватывать мезоны, то «обменные» силы сцепления не возникнут. Отсюда следует, что ядерный мезон, движущийся в каком-либо веществе, после своей остановки должен в чрезвычайной короткой срок быть захвачен близлежащим ядром какого-либо атома. Что же касается мю-мезонов, то они, как оказалось на опыте, пребывают в остановившемся состоянии значительно большее время и, так и не будучи захвачены ядром, распадаются на другие частицы. Это свидетельствует о полной ядерной «пассивности» мю-мезонов, которые в силу этого не могут быть ответственными за существование «обменных» внутриядерных сил сцепления. Таким образом, совпадение в некоторых свойствах космических и гипотетических ядерных мезонов оказалось, повидимому, случайным, а заключение об их тождественности преждевременным.

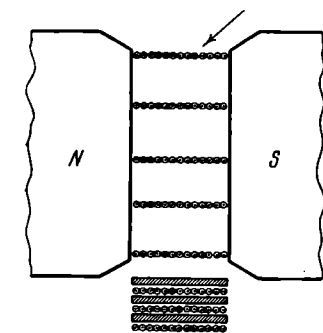


Рис. 4. Схема масс-спектрометра

Вопрос о существовании ядерных мезонов снова повис в воздухе. Начались усиленные поиски их всеми возможными методами. Для этой цели использовались фотографические пластинки, камеры Вильсона, масс-спектрометр и другие приборы.

Масс-спектрометр — это оригинальный прибор, предложенный А. И. Алихановым и А. И. Алиханяном. Схема установки с масс-спектрометром изображена на рис. 4. Масс-спектрометр состоит из большого магнита, между полюсами которого помещается несколько рядов счетчиков Гейгера. Каждый счетчик соединяется с неоновой лампочкой. При разряде в каком-либо счетчике вспыхивает соответствующая лампочка. Такая система счетчиков называется годоскопом. При пролете заряженной частицы между полюсами магнита ее путь обозначается вспыхивающими лампочками. Под магнитом попеременно с рядами счетчиков помещается несколько слоев различных материалов — фильтров космических частиц. Если частица останавливается в каком-либо фильтре, то в следующем ряду счетчиков лампочки уже не вспыхнут (рис. 4). По кривизне следа в магнитном поле и по способности проникнуть через несколько слоев фильтра можно определить массу частицы. Отсюда произошло и название прибора.

Использование счетчиков Гейгера, особенно при включении их в годоскоп, — это уже третий из перечисленных нами способов (камера Вильсона, фотопластинки) увидеть невидимый след отдельной космической частицы.

С момента открытия мю-мезонов прошло около десяти лет, в течение которых велись поиски новых частиц. Эти попытки увенчались успехом.

В 1947 г. группой английских физиков под руководством Поуэлла был открыт при помощи толстослойных фотопластинок новый вид мезонов, так называемые «пи-мезоны» (π -мезоны), свойства которых полностью соответствовали предсказаниям теории ядерных сил. Новые мезоны несколько отличались, хотя и незначительно, от мю-мезонов величиной массы¹, временем «жизни» до своего распада, но главное их свойство заключалось в том, что они активно взаимодействовали с ядерными частицами, или, как принято говорить, обладали большой ядерной активностью. Итак, ядерные мезоны были открыты.

Это было поистине триумфом теоретической мысли. Получив такое подтверждение

¹ Масса частиц обычно измеряется в электронных массах (сокращенно обозначим эм). Масса мю-мезона равна 216 эм, пи-мезона — 274 эм.

опытом, теория ядерных сил могла уже претендовать на то, что она правильно отражает закономерности, характерные для внутриядерных процессов.

Пи-мезоны встречаются как положительные, так и отрицательные. Распадаясь, они оставляют после себя мю-мезоны с зарядом того же знака и упомянутое раньше нейтрино. Мю-мезоны, как уже указывалось, в свою очередь, распадаются (рис. 5).

Таким образом, в космических лучах мы впервые встречаемся с явлением взаимного превращения различных элементарных частиц друг в друга.

Оказывается, приведенным примером распада пи-мезона на нейтрино и мю-мезон и затем последнего на электрон и нейтрино не исчерпывается цепь взаимопревращений частиц, происходящих в природе. Гораздо богаче и многообразие видов элементарных частиц, которое отнюдь не ограничивается частицами, приведенными нами выше. За последние пять лет в космических лучах надежно установлено существование еще по крайней мере пяти новых видов частиц, три из которых заряжены, а два нейтральны. Масса всех этих частиц больше массы пи-мезона, все они нестабильны и распадаются на более легкие пи- или мю-мезоны. Например, так называемый тау-мезон с массой, близкой к 1000 эв, распадается на три пи-мезона; ка-мезон с массой около 1300 эв распадается на мю-мезон и еще несколько нейтральных частиц и т. д.

Что касается новых нейтральных частиц, то обнаружить их, а тем более измерить их массу, довольно трудно, так как нейтральные частицы не ионизируют вещество, не оставляют за собой никаких следов, которые можно было бы увидеть в камере Вильсона или на фотопластинках. Изучить свойства нейтральных частиц удастся благодаря тому, что они могут распадаться на заряженные частицы, следы которых уже видны и могут быть изучены. По характеру этих следов, а также на основании закона сохранения энергии и некоторых других законов физики, по которым происходит распад частиц, можно восстановить основные свойства нейтральной частицы. Энергия нейтральной частицы, например, может быть получена как сумма энергий вторичных заряженных частиц, определяемых по характеру их следов (рис. 6), и т. д.

Некоторые новые нейтральные частицы имеют массу, превышающую массу протона. Продуктами их распада являются протоны и отрицательные пи-мезоны. Таким образом, пи-мезон может появиться в результате распада различных более тяжелых нестабильных частиц.

В космических лучах тяжелых мезонов значительно меньше, чем более легких пи- или мю-мезонов. Однако за последние годы исследователями при помощи всех описанных выше методов наблюдались уже сотни случаев распада этих частиц. Чем совершеннее становятся методы исследования, тем многограннее предстает природа, раскрывающая перед нами все новые и новые свои стороны. Поэтому нет никаких оснований думать, что список новых частиц, открытых до сих пор в космических лучах, не будет увеличен.

Возникает вопрос: каким образом в космических лучах появляются мезоны? Да и не только мезоны. Ведь в первичном космическом излучении содержатся только положительно заряженные частицы — протоны и более тяжелые ядра. В нижних же слоях атмосферы наблюдаются также и электроны, позитроны, нейтроны, фотоны. Более того, было доказано, что на уровне моря мю-мезоны составляют большинство космических частиц. Протоны и тяжелые ядра здесь если и встречаются, то крайне редко. Таким образом, на малых высотах состав космических лучей совсем не таков, как в первичном излучении. С высотой доля различных частиц в общем потоке космических лучей

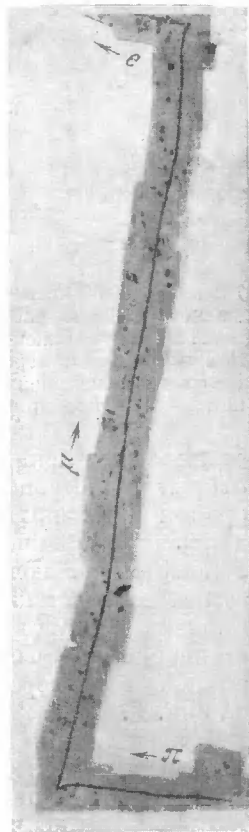


Рис. 5. Микрофотография распада пи-мезона (π) с образованием мю-мезона (μ). Виден след электрона (e), появившегося при распаде мю-мезона

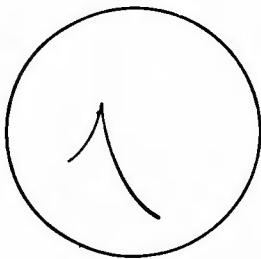


Рис. 6. Схема распада нейтральной частицы на две заряженные частицы в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле

ствах космических лучей, прежде чем был открыт процесс, позволивший с единой точки зрения объяснить сложное явление прохождения космических лучей через земную атмосферу. Ключом к этому послужило открытие советскими физиками нового типа ливней, названных впоследствии электронно-ядерными. Снимок одного из таких ливней в камере Вильсона воспроизведен на рис. 7.

Характерной особенностью электронно-ядерных ливней является одновременное рождение в одном акте большого числа частиц. Этим, в частности, они отличаются от описанных ранее электронно-фотонных ливней, в которых увеличение числа частиц происходит постепенно, по мере прохождения лавины через вещество (см. рис. 3). Если посмотреть на фотографию электронно-ядерного ливня, то создается впечатление, что в какой-то точке свинцовой пластинки произошел взрыв. И действительно, тщательными исследованиями было установлено, что электронно-ядерные ливни вызываются тяжелыми частицами (например, протонами), которые, попадая в ядро какого-нибудь атома, взрывают его. Но при этом «взрыве» происходит не только распад ядра на составляющие его протоны и нейтроны, но «рождается» и множество новых частиц, в основном, мезонов. Чем больше энергия налетающей частицы, тем больше частиц образуется в ливне. Обычно в электронно-ядерных ливнях рождаются пи-мезоны, но при очень большой энергии частицы, вызвавшей ливень, в нем, наряду с пи-мезонами, создаются и более тяжелые частицы. Появление пи-мезонов при столкновениях протонов с ядрами атомов

непрерывно меняется. Вследствие этого картина прохождения космических лучей через атмосферу чрезвычайно запутана, и долгое время она оставалась загадкой для исследователей. Взаимопревращение частиц друг в друга еще больше осложняло картину.

Прошло около 40 лет, в течение которых накапливались сведения об отдельных свой-

не является удивительным, если вспомнить, что пи-мезоны и есть те частицы, которые с большой эффективностью захватываются и испускаются внутриядерными частицами. Мю-мезоны в электронно-ядерных ливнях непосредственно не образуются, так как они пассивны по отношению к ядрам.

Появление в составе этих ливней электронов, из-за присутствия которых ливни и были названы электронно-ядерными, удалось объяснить лишь в самое последнее время. В 1950 г. была обнаружена еще одна новая частица — нейтральный пи-мезон (π^0). Масса ее близка к массе заряженных пи-мезонов, но в отличие от них, эта частица не имеет электрического заряда, а кроме того, чрезвычайно быстро распадается. Время «жизни» нейтральных пи-мезонов в сотни миллионов раз меньше, чем у мю-мезонов. Поэтому сразу после своего образования они распадаются. При этом, несмотря на огромную скорость своего движения, близкую к скорости света, они не успевают отойти от места «рождения» больше, чем на несколько микронов (тысячных долей миллиметра). Продуктом распада нейтральных пи-мезонов являются фотоны, которые, как мы уже знаем, пройдя небольшой путь в веществе, создают электронные лавины.

При ядерных взрывах, наряду с заряженными пи-мезонами, создаются и нейтральные пи-мезоны. Этим и объясняется появление в электронно-ядерных ливнях электронов, получающихся в результате распада нейтральных пи-мезонов на фотоны, «рождающие» затем пары: электрон — позитрон.

Электронно-ядерные ливни были открыты и исследованы на высотах гор. Вообще при изучении космических лучей физики всегда стремятся проводить измерения на больших высотах, так как с высотой число и разнообразие космических частиц резко возрастает.

Развитие техники экспериментирования в верхних слоях атмосферы при помощи шаров-зондов позволило установить, что и

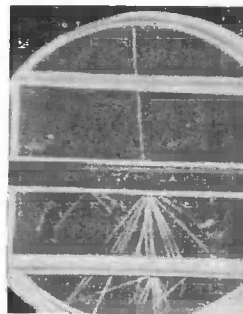


Рис. 7. Фотография электронно-ядерного ливня в камере Вильсона

там создаются электронно-ядерные ливни. Более того, С. Н. Верновым и его сотрудниками было показано, что образование электронно-ядерных ливней является основным процессом взаимодействия первичных протонов с ядрами атомов воздуха. Таким образом, электронно-ядерные ливни в атмосфере образуются повсеместно. Эти ливни создаются не только протонами, но и всеми другими частицами, обладающими большим сцеплением с ядрами, или, иначе говоря, всеми ядерно-активными частицами. Конечно, при этом частица должна обладать достаточно большой энергией, чтобы разбить ядро и создать новые частицы.

К числу ядерно-активных частиц относятся протоны, нейтроны, пи-мезоны и, повидимому, некоторые более тяжелые мезоны, свойства которых изучены еще недостаточно. Образываясь в электронно-ядерных ливнях, все эти частицы способны при столкновениях с другими ядрами, в свою очередь, создать новые электронно-ядерные ливни. Такое явление носит название ядерно-каскадного процесса. Открытие его имело фундаментальное значение. Оно-то и позволило создать стройную схему прохождения космических частиц через атмосферу. Основные черты этой схемы сводятся к следующему (см. рис. 8).

Первичная космическая частица — протон или более тяжелое ядро, — попадая в земную атмосферу и сталкиваясь с ядром атома воздуха, создает электронно-ядерный ливень, в состав которого входят вторичные ядерно-активные частицы: протоны, пи-мезоны и др. Часть заряженных пи-мезонов распадается, образуя мю-мезоны. Последние, хотя сами также распадаются, однако, двигаясь с огромной скоростью, близкой к скорости света, успевают все же достичь поверхности земли и углубиться в нее. Благодаря своей ядерной пассивности, мю-мезоны без больших потерь способны пройти сквозь очень большие толщи вещества. Этим и объясняется огромная проникающая способность космических лучей вблизи уровня моря, где они состоят в основном из мю-мезонов. Измерения, проведенные в шахтах, показывают, что мю-мезоны большой энергии проходят сквозь несколько километров грунта.

Число космических частиц чрезвычайно велико даже на уровне моря. Нет такой минуты, когда каждого из нас не пронизы-

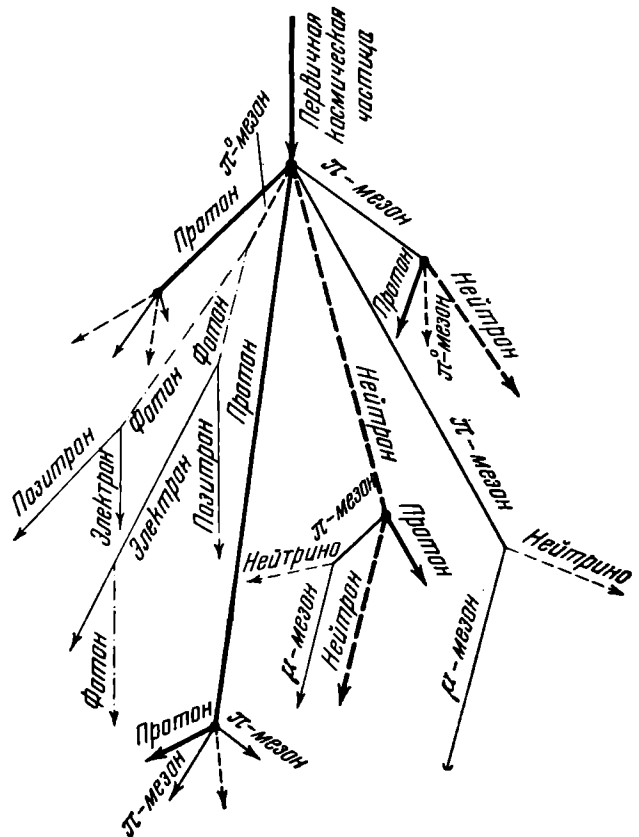


Рис. 8. Схема ядерно-каскадного процесса. Сплошные линии изображают следы заряженных, пунктирные — нейтральных частиц

вали бы сотни и тысячи частиц космического «дождя». Если бы после прохождения каждой космической частицы в воздухе оставался хотя бы на секунду непрозрачный след в виде тонкой ниточки толщиной в 1 мм, то взор человека не мог бы проникнуть далее чем на 2—3 м.

Но вернемся к судьбе остальных частиц, образованных первичной космической частицей в стратосфере в первом электронно-ядерном ливне. Нейтральные пи-мезоны, распадаясь на фотоны, дают начало электронно-фотонной компоненте космических лучей. А протоны, нейтроны, не успевшие распасться заряженные пи-мезоны и все другие ядерно-активные частицы вновь создают электронно-ядерные ливни. По мере приближения к Земле ливень, распространяющийся со скоростью света, разрастается вширь, и число частиц в нем увеличивается.

Однако при этом энергия первичной частицы распределяется между все большим числом «потомков», а следовательно, энергия каждого из них становится все меньше и меньше. Когда энергии частиц становятся недостаточными для образования при столкновении с ядрами новых ливней, развитие ядерного каскада заканчивается.

Если энергия первичного протона была невелика, то ядерно-каскадный процесс ограничивается двумя-тремя ступенями, и вся лавина затухает уже в верхних слоях атмосферы. До Земли же доходят лишь отдельные наиболее проникающие частицы, главным образом мю-мезоны. Если же энергия первичной частицы очень велика, то в атмосфере развивается огромный ливень, содержащий десятки миллионов частиц и покрывающий площадь, порой превышающую квадратный километр. В составе такого ливня содержатся одновременно все известные в космических лучах частицы. Впервые такие ливни были обнаружены еще в 1938 г. французским физиком Оже и его сотрудниками. Однако правильно понять процесс образования этих ливней и определить их сложный состав удалось только в результате открытия Д. В. Скобельцыным, Н. А. Добротинным, Г. Т. Зацепиным и их сотрудниками электронно-ядерных ливней и ядерно-каскадного процесса.

Исследования, проводимые в последние годы, приносят все новые подтверждения существования ядерно-каскадного процесса. Однако, в отличие от электронно-фотонных лавин, строгой количественной теории этого процесса еще не создано. Этому главным образом препятствует отсутствие законченной теории ядерного взаимодействия частиц. Что происходит при столкновении частиц с ядром? В каких случаях рождаются те или иные частицы? Сколько их? По каким направлениям разлетаются они после столкновения? Эти вопросы решаются сейчас теоретической физикой.

Недостаточно изучен пока и вопрос о происхождении космических лучей. Основным здесь является выяснение механизма, при помощи которого частицы могут ускоряться до столь больших энергий. Этот механизм должен

объяснить также сложный состав первичных частиц, распределение их по энергиям, равномерное падение космических лучей на земную атмосферу со всех направлений и ряд других свойств первичного космического излучения. Однако этот вопрос должен явиться темой самостоятельной статьи.

* * *

Исследование космических лучей чрезвычайно обогатило наши познания в области строения вещества. На Земле нет такого источника быстрых частиц, который мог бы сравниться по величине энергии частиц с космическими лучами. Частицы, испускаемые радиоактивными веществами, имеют энергию, не превышающую всего нескольких миллионов электронвольт. За последние годы развилась техника искусственного ускорения частиц. С этой целью созданы специальные электрические установки, так называемые ускорители. Но и при помощи ускорителей удается получить частицы с энергией, не превышающей, как правило, нескольких сот миллионов электронвольт. Космические же лучи представляют собой источник частиц гораздо большей энергии.

Изучая столкновения космических частиц большой энергии с ядрами атомов воздуха и других веществ, можно определить строение этих ядер, природу ядерных сил, а следовательно, получить сведения о способах использования внутриатомной энергии. В космических лучах также были обнаружены неизвестные ранее элементарные частицы.

Сложные взаимопревращения этих частиц, многообразное взаимодействие их между собой являются блестящим подтверждением и иллюстрацией положений диалектического материализма о всеобщности связей в явлениях природы, о неисчерпаемости ее свойств, о переходе одних форм движения в другие, о возможности познания свойств материи.

С каждым годом уточняются представления о строении атомов и их ядер, о природе элементарных частиц. Немалая заслуга в этом принадлежит науке о космических лучах.



ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И ЕЕ РОЛЬ В РАЗВИТИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Академик А. Л. Курсанов



Задача дальнейшего повышения урожайности всех видов сельскохозяйственных культур, выдвинутая решениями сентябрьского и февральско-мартовского Пленумов ЦК КПСС, требует от работников сельского хозяйства широкого и систематического внедрения новейших достижений науки в практику земледелия. В научном решении многих важных вопросов, наряду с работниками сельского хозяйства, принимают участие и биологи нашей страны, которые своими исследованиями раскрывают основные закономерности строения и жизнедеятельности растений, животных и микробов. Среди дисциплин, успехи которых особенно близки интересам сельского хозяйства, видное место занимает физиология растений.

Задача физиологии растений состоит в раскрытии основных закономерностей питания, роста и развития растений в их внутренней взаимосвязи в организме и во взаимодействии с условиями существования. Конечная цель, к которой направлены в нашей стране исследования по физиологии растений, состоит в научном обосновании приемов питания и возделывания растений, а также в управлении их развитием и в переделке природы растений в желательную сторону на основе глубокого знания законов развития и питания.

Таким образом, физиология как раздел

общей биологии по своим целям близко примыкает к сельскому хозяйству, являясь, по определению К. А. Тимирязева, одной из теоретических основ рационального земледелия.

Современная физиология растений представляет собой хорошо разработанную область знания, которая насчитывает немало блестящих открытий и крупных вкладов, сделанных ею в развитие научных основ земледелия. Открытие фотосинтеза, как основы углеродного питания растений; выяснение потребности растений в элементах зольного питания и азотистых веществах, что составляет главную опору современного земледелия; установление водного баланса растений в различных климатических зонах — этого могучего фактора, способного богато вознаграждать труды земледельцев или ставить их перед угрозой неурожая; открытие сожительства бобовых и некоторых других растений с бактериями, фиксирующими атмосферный азот, что легло в основу повышения плодородия почв в севооборотах; открытие стадийности в развитии растений, что впервые позволило подойти к управлению развитием растений и к переделке их природы — вот далеко не полный перечень уже сделанного физиологией растений для развития научных основ растениеводства.

Однако этим не исчерпываются задачи физиологии растений в смысле познания

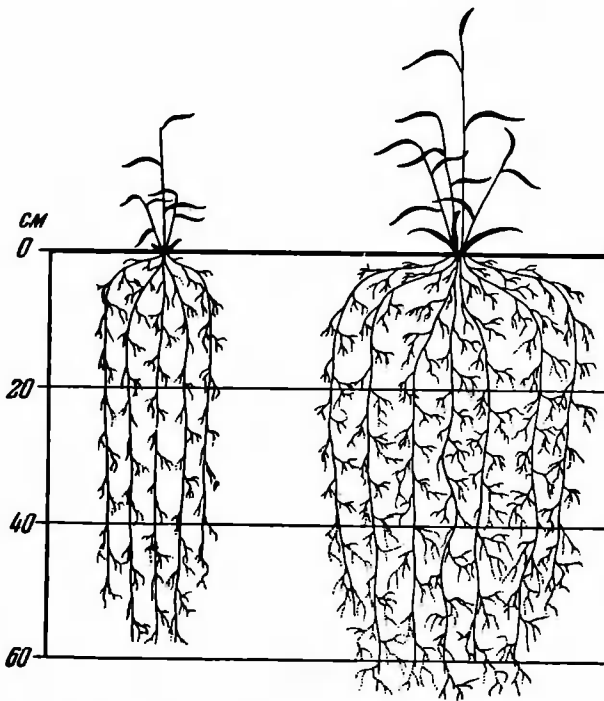


Рис. 1. Распространение корней яровой пшеницы в почве в зависимости от полива

различных сторон жизнедеятельности растительного организма и не ограничиваются возможности приложения добытых ею знаний к решению практических вопросов земледелия. Напротив, за последние годы физиология растений в Советском Союзе после укрепления своих методологических основ, а также после основательного перевооружения новыми методами исследования, приобрела способность значительно быстрее и глубже проникать в различные стороны жизнедеятельности растений и точнее находить практическое применение своим открытиям.

Центральной проблемой советской физиологии растений является в настоящее время создание научных основ питания сельскохозяйственных растений с целью наилучшего удовлетворения их потребностей в элементах воздушного и почвенного питания для получения высоких и устойчивых урожаев. Такая задача соответствует общему ходу развития науки и вместе с тем непосредственно вытекает из решений XIX съезда партии, сентябрьского Пленума ЦК КПСС и последующих решений партии и прави-

тельства. Развивая исследования на этом пути, советские физиологи растений решают как общие вопросы, имеющие более отдаленные перспективы для практического использования, так и вопросы, непосредственно касающиеся сельского хозяйства.

Следует отметить, что за последний период в работах советских физиологов растений все более отчетливо обнаруживается стремление к переходу от частных наблюдений над той или иной стороной жизнедеятельности растений к изучению растения как целого организма с его коррелятивными отношениями между отдельными сторонами физиологической деятельности и в связи с условиями существования. Несомненно, что такой путь исследований, хотя и более сложен, но позволяет физиологам значительно вернее оценивать состояние растений и точнее определять их потребности. Поэтому такого рода комплексные исследования приводят обычно к хорошо обоснованным практическим выводам, представляющим непосредственную ценность для сельского хозяйства.

В качестве примера остановимся несколько подробнее на работах по изучению особенностей физиологической деятельности сельскохозяйственных растений в районах орошаемого земледелия. Эти опыты привели к научному обоснованию сроков и норм поливов и удобрений, соответственно физиологическим потребностям растений.

В этих работах была дана подробная сравнительная картина роста и распределения в почве корней пшеницы и других растений в зависимости от способов и норм поливов. В частности, для яровой пшеницы было показано, что наиболее активная часть корневой системы, способная в максимальной мере обеспечивать растение водой и питательными веществами, сосредоточена на глубине 40—60 см (рис. 1) и что, следовательно, основное внимание ирригаторов должно быть направлено на поддержание оптимальной влажности именно в этом горизонте почвы, посредством комбинирования осенних влагозарядковых поливов с вегетационными.

Вместе с тем было показано, что при недостатке почвенной влаги растения начинают испытывать целый ряд физиологических нарушений еще задолго до появления признаков завядания. В частности, у таких

растений ослабевает способность использовать питательные вещества почвы, повышается температура листьев, сокращается интенсивность фотосинтеза, ослабевает приток питательных материалов к семенам и резко подавляются ростовые процессы. Все это вместе взятое уже создает предпосылки к снижению урожая, и работники орошаемых районов должны зорко следить за приближением таких периодов, чтобы, не ожидая завядания, которое всегда является запоздалым признаком, свидетельствующим о далеко зашедшем нарушении обмена веществ, исправить намечающийся дефицит воды в возможно более ранние сроки.

Физиологи растений разработали ряд простых приемов, позволяющих в полевых условиях быстро определять потребность растений в воде еще до наступления в их физиологической деятельности серьезных нарушений. Наиболее надежными признаками оказались так называемая сосущая сила¹ клеток листьев и концентрация клеточного сока, при возрастании которых до определенной величины работники сельского хозяйства должны позаботиться об очередном вегетационном поливе, не ожидая более глубоких нарушений. Разумеется, критические показатели сосущей силы и концентрации клеточного сока довольно различны у разных растений и, что особенно важно, изменяются также в процессе их развития. Так, например, у яровой пшеницы в период кущения критическим показателем физиологической потребности в поливе служит величина сосущей силы в 8—9 ат, а концентрация клеточного сока в 10—11 ат, в период же налива зерна эти показатели равны уже соответственно 11—12 и 13—15 ат.

Подробно изучив эти показатели для различных сельскохозяйственных культур в районах орошаемого земледелия Курской области, Заволжья и некоторых других, советские физиологи растений дали научно обоснованные методы раннего диагностирования потребности растений в воде, руководствуясь которыми работники орошаемого земледелия могут достаточно экономно и своевременно использовать воду, добываясь высоких и устойчивых урожаев.

На рис. 2 представлены сравнительные

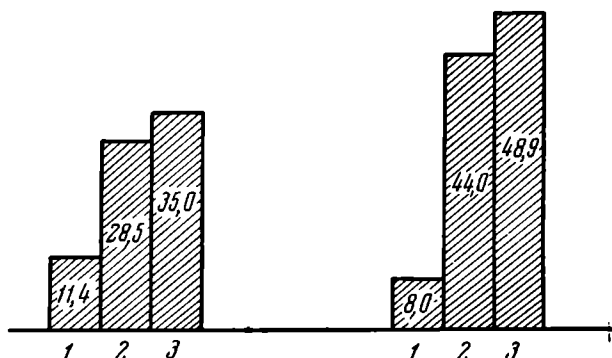


Рис. 2. График, изображающий сравнительные урожаи яровой пшеницы в центрально-черноземной полосе и хлопчатника в Средней Азии: 1 — без полива, 2 — при обычном поливе, 3 — при поливе по признакам физиологической потребности растений в воде

результаты урожаев яровой пшеницы в центрально-черноземной полосе и хлопчатника в Средней Азии: 1) без орошения, 2) при обычном орошении и 3) при орошении по признакам физиологической потребности растений в воде. Эти исследования интересны и в том отношении, что они фактически позволяют уже сделать первые шаги к переходу в районах орошаемого земледелия от стандартной агротехники к подвижной, т. е. к такому ведению хозяйства, при котором приемы ухода за растениями в каждом отдельном случае приспособляются к их физиологическим потребностям. Несомненно, что дальнейший, более широкий переход нашего земледелия на подвижную агротехнику представлял бы существенное достижение, и советским физиологам растений придется еще много поработать для того, чтобы создать систему физиологического контроля за растениями, опираясь на который растениеводы могли бы своевременно удовлетворять потребности своих культур в воде, элементах питания и прочих необходимых условиях.

Физиологические исследования растений в условиях орошения привели к установлению и других существенных фактов. В частности было показано, что под влиянием орошения у злаков, овощных культур и других растений существенно изменяется анатомическое строение и усиливаются физиологические процессы. Наиболее существенные изменения состоят в усилении общего развития корневой системы и, в частности, ее поглощающей поверхности, в более мощ-

¹ Сила, с которой клетки засасывают воду (обычно выражается в атмосферах).

ном развитии листового аппарата и проводящей системы, что облегчает фотосинтез и способствует передвижению продуктов ассимиляции в органы запасных отложений, и т. д. Все это вместе взятое делает такие растения более продуктивными, т. е. способными к более полному использованию для своего развития элементов почвенного и воздушного питания. Однако наиболее существенно в такой перестройке то, что подобного рода растения в известной мере сохраняют приобретенные особенности в ближайших поколениях, что позволяет говорить об их наследственной переделке. В силу этих причин, например, семена яровой пшеницы, собранные с орошаемых участков, дают на второй и третий год культуры на орошаемых землях более высокие урожаи, чем в первый год посева, когда растения еще только приобретают приспособительные изменения (рис. 3).

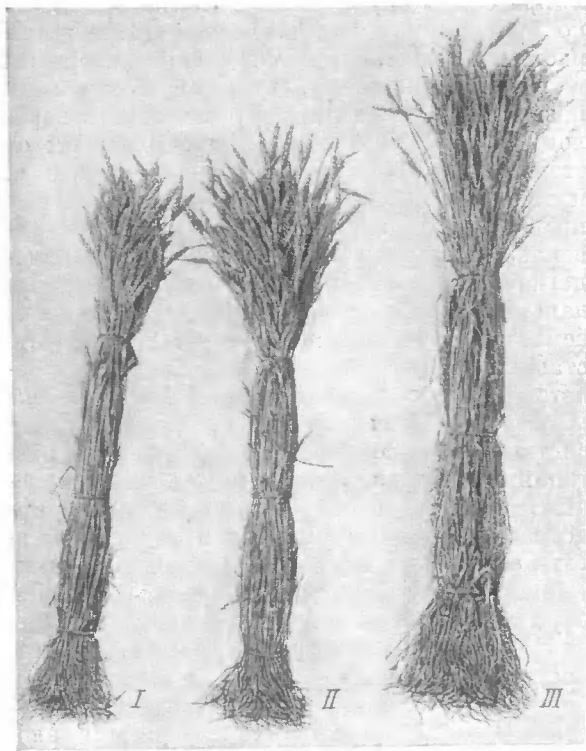


Рис. 3. Урожай пшенично-пырейного гибрида 22850. Снопы I — без орошения, II — орошаемая культура, посев семенами с неорошаемого поля, III — орошаемая культура, посев семенами с орошаемого поля

Мичуринская биология учит, что наибольшей изменчивостью обладают молодые, еще недифференцированные ткани (точки роста, зародыши). Используя это, советские физиологи добились новых успехов в наследственной переделке природы растений. В частности, оказалось, что при вымачивании и последующем подсушивании семян перед посевом растениям подсолнечника и некоторым другим можно придать способность лучше противостоять засухе и приносить сравнительно хорошие урожаи в таких условиях, в которых растения из необработанных семян погибают от засухи.

Развивая эти исследования, советские ученые показали, что аналогичным образом можно придавать растениям и другие ценные физиологические свойства. Например, вымачивая семена хлопчатника перед посевом в течение 18 часов в 0,25%-ном растворе азотнокислого аммония, советские физиологи добились существенного повышения устойчивости молодых растений хлопчатника к охлаждению и даже к заморозкам, что очень существенно, так как весенние холода часто наносят существенный ущерб этой культуре. Указанный прием уже нашел широкое применение в районах хлопководства Средней Азии.

Аналогичным образом, вымачивая перед посевом семена хлопчатника, проса и других культур в течение одного часа в 3,0%-ном растворе хлористого натрия и обмывая их затем водой, удается придать растениям устойчивость к засолению, благодаря чему при высеве на слабо- и среднесоленных почвах они дают лучший урожай, чем при обычном посеве.

Следует отметить, что и в этих случаях физиологические изменения, вызванные обработкой наклюнувшихся семян, в некоторых случаях закрепляются в потомстве, т. е. носят наследственный характер. В частности, по наблюдениям Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева, подсолнечник, семена которого были подвергнуты предпосевному намачиванию и подсушиванию, сохраняет повышенную засухоустойчивость вот уже в третьем поколении, без повторной обработки семян последующих поколений (рис. 4).

Таким образом, в этих работах советские физиологи растений приступили к направленной переделке физиологических свойств

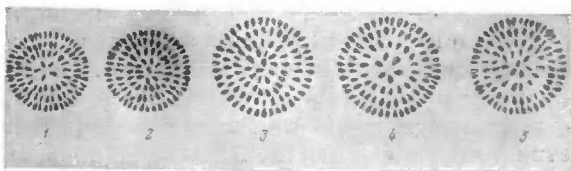


Рис. 4. Закаливание семян подсолнечника к засухе. 1 — исходные семена; 2 — контроль (без закаливания); 3 — обработка в 1952 г.; 4 — обработка в 1951 г. (1-е поколение); 5 — обработка в 1949 г. (3-е поколение)

растений и к закреплению желательных признаков в потомстве. На этом пути, вероятно, могут быть получены и многие другие ценные результаты. Однако уже и теперь простые приемы предпосевного закаливания сельскохозяйственных растений к засухе, к охлаждению и к засолению почвы могут получить широкое использование в селекционной работе и в сельскохозяйственной практике многих районов нашей страны.

* * *

Наиболее выдающимся открытием физиологии растений, сделанным уже более 180 лет тому назад, безусловно является открытие фотосинтеза — этого замечательного процесса, который по своим масштабам и общему значению для жизни на Земле не имеет себе равных среди других проявлений живой природы.

В нашей стране исследования по фотосинтезу справедливо связывают с именем К. А. Тимирязева, классическими работами которого учение об использовании растениями солнечного света было поднято на исключительную для того времени высоту. Однако и после Тимирязева исследования в этой области не прекращались и привели к значительному расширению наших знаний о природе этого очень сложного процесса и проявлении его у растений в естественной полевой обстановке. Новые существенные результаты при изучении фотосинтеза были получены советскими учеными за последние годы благодаря применению меченых атомов.

Применив радиоактивный углерод и тяжелый азот, советские физиологи доказали, что прямыми продуктами фотосинтеза в листьях растений могут быть не только углеводы, как думали прежде, но также и белки, причем в зависимости от особенностей

растения, от условий его корневого питания и других факторов состав продуктов фотосинтеза существенно изменяется. Особенно сильно влияет на направление этого процесса спектральный состав света (рис. 5).

Установление этой зависимости имеет, помимо общего интереса, и несомненные перспективы для практического использования, так как открывает возможности влиять на развитие и свойства растений через изменение состава образующихся в них продуктов фотосинтеза. Наиболее просто такой прием может быть осуществлен в теплицах, при выращивании растений с дополнительным освещением синими или красными лампами. Менее ясны пока пути использования этого явления в полевых условиях. Однако можно ожидать, что разнокачественность продуктов фотосинтеза играет существенную роль в прохождении растениями световой стадии, при которой напряжение и качество света имеют решающее значение.

Применение радиоактивного углерода и хроматографического анализа позволило советским ученым изучить и другое важное явление в жизни растений, а именно способность их усваивать через корни углекислоту и карбонаты, которые быстро передвигаются по тканям растений к листьям и могут быть использованы там для фотосинтеза наравне с углекислотой, поступающей из воздуха (рис. 6). В настоящее время удалось

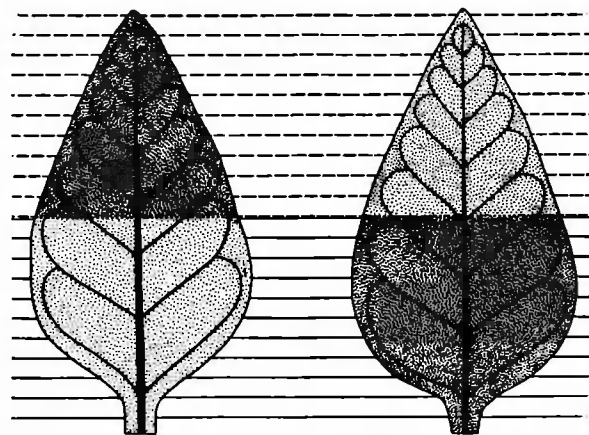


Рис. 5. Схема преимущественного образования белков или углеводов в листьях табака в зависимости от спектрального состава света. Верхние половины листьев освещались синим светом, нижние — красным. На левом рисунке дано распределение белков, на правом — углеводов

разобраться и в подробностях этого сложного явления, которое оказалось связанным с такими важными сторонами деятельности растения, как азотистое и фосфорное питание. Все это очень существенно для оценки ресурсов углекислоты, доступных для растений, и может быть использовано для радионализации приемов агротехники. В частности, в свете этих данных приобретают особый смысл органические удобрения и известкование почв, а равно микробиологические процессы как факторы, способствующие образованию доступной для корней углекислоты. В ближайшее время эффективность подкормки растений углекислотой через корни будет подвергнута дальнейшему, более широкому испытанию в полевых условиях.

Однако, несмотря на известные перспективы для практического использования, которые открывают новейшие работы по фотосинтезу, проблема эта в целом находила до последнего времени значительно меньший выход в практику сельского хозяйства, чем другие разделы физиологии растений, хотя по общему своему значению фотосинтез и является центральным процессом, фактически создающим урожай.

Казалось бы, что именно этот процесс, в результате которого образуется органическая масса растения, должен стоять в центре внимания земледелия. Однако вся современная высоко развитая агротехника, рассчитанная на удовлетворение многих других потребностей растения (в минеральных и азотистых веществах, воде и пр.) не включает мероприятий, непосредственно направленных на управление процессом фотосинтеза, который до сих пор мыслится идущим успешно без дополнительных воздействий.

Между тем, специальные исследования показывают, что естественные условия освещения вследствие взаимного затенения растений в густых посевах, а равно и концентрация углекислоты в воздухе, составляющая около 0,03 %, во многих случаях не являются оптимальными для фотосинтеза, который может быть заметно усилен при соответствующем улучшении светового режима и углекислотного питания. В то же время известно, что листья растений способны к значительно большей интенсивности фотосинтеза, чем обычно. Скорость этого процесса задерживается скоплением продуктов

ассимиляции в листе вследствие недостаточно быстрого их использования и размещения в других частях растения. Таким образом, в природных условиях растения не используют в полной мере своей фотосинтетической способности, однако при соответствующем изменении условий этот внутренний запас производительности растений может быть вызван к действию и использован для повышения урожая.

В частности, поскольку собираемый урожай в основном состоит из органических веществ, мы должны сделать заключение, что любое агротехническое мероприятие, приводящее к повышению урожая, действует в конечном итоге на повышение коэффициента использования растениями энергии солнечной радиации, падающей на данное поле, т. е. на усиление фотосинтеза. Действительно подсчеты показывают, что если в среднем растения естественных мест обитания используют для фотосинтеза лишь около 1% падающей на них солнечной энергии, то на культурных полях эта величина составляет уже 2—3%, а на полях мастеров высоких урожаев она может достигать 5%. Таким образом, своим трудом человек уже добивается значительного повышения продуктивности фотосинтеза; однако это лишь косвенный эффект, который возникает главным образом благодаря созданию благоприятных условий водного режима и корневого питания, самый же фотосинтез остается пока в сельском хозяйстве без контроля и без мер прямого воздействия.

Поэтому одна из серьезных задач, стоящих перед физиологией растений, заключается теперь в выяснении реальных потребностей сельскохозяйственных культур в условиях, обеспечивающих наилучшее течение фотосинтеза и в создании таких мероприятий, которые позволили бы включить фотосинтез в круг агротехнически контролируемых и управляемых процессов. При этом, разумеется, фотосинтез не может рассматриваться в отрыве от остальных сторон деятельности растения, и именно поэтому прежде всего должна быть произведена оценка уже существующих агромероприятий (орошение, удобрение и обработка почвы, расположение растений и пр.) с точки зрения влияния их на образование доступной для растений углекислоты, скорости оттока продуктов фотосинтеза из листьев, а также с точки зрения

светового режима, создающегося в травостоях. Наряду с этим должны быть разработаны и специальные мероприятия, направленные на непосредственное удовлетворение потребностей фотосинтеза, среди которых прежде всего необходимо иметь в виду обеспечение растений углекислотой и светом, а также облегчение оттока продуктов ассимиляции в растущие и запасающие части.

Активация микробиологических процессов в почве, удобрение полей углекислыми солями для питания растений угольной кислотой через корни, искусственное обогащение углекислотой воздуха в травостоях, применение специальных адсорбентов, аккумулирующих из воздуха углекислоту дыхания в ночные часы и отдающих ее днем во время фотосинтеза, — вот тот предварительный круг мероприятий, который может быть намечен для улучшения условий углеродного питания растений.

Рациональное размещение растений в травостоях, сопровождаемое измерениями интенсивности солнечного излучения, квадратно-гнездовые посевы и более выгодная ориентация рядков, уменьшающая взаимное затенение, создание новых форм растений с более рациональным расположением листьев — вот те вопросы, которые ориентируют нас в сторону улучшения светового режима сельскохозяйственных культур.

Создание растений с более крупными, быстро растущими органами запасных отложений, а также своевременное применение подкормок и поливов для облегчения оттока и утилизации продуктов фотосинтеза и, наконец, более широкое применение специальных химических препаратов, влияющих на рост и распределение веществ в растении, — вот те мероприятия, которые помогут освобождению листьев от избытка продуктов фотосинтеза и позволят полное раскрыть потенциальные возможности фотосинтетического аппарата наших сельскохозяйственных растений.

Широкий выход в практику растениеводства может уже теперь получить учение о фотосинтезе и в тепличном хозяйстве, размеры которого и значение в снабжении населения городов свежими овощами быстро увеличивается. Опыты показали, что применение дополнительного освещения в теплицах в осенне-зимние месяцы, когда естественного света недостает для нормального

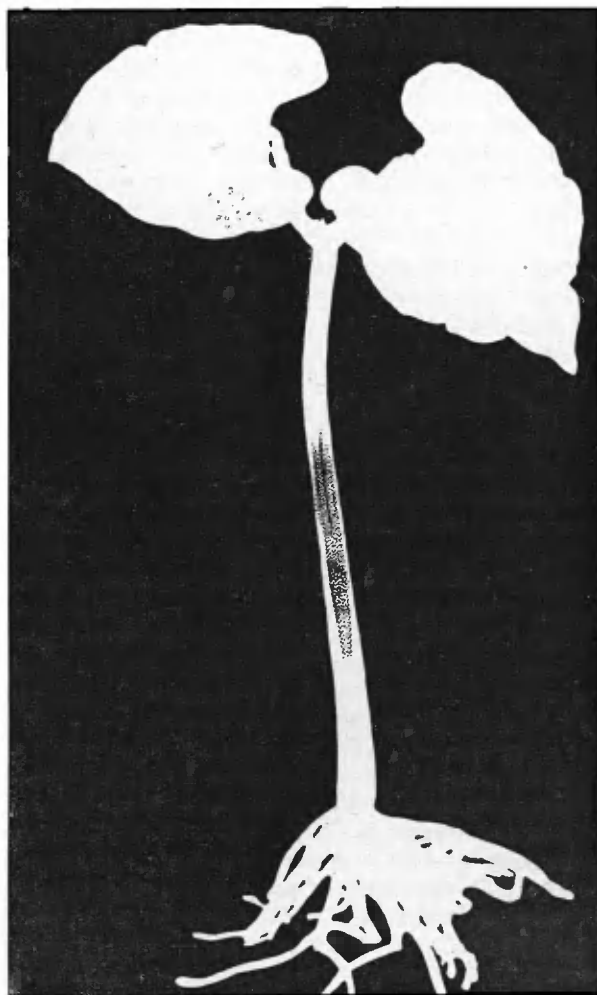


Рис. 6. Способность растений усваивать через корни углекислоту и карбонаты, установленная при помощи применения радиоактивного углерода

фотосинтеза, позволяет получать хорошие урожаи овощей и в этот наиболее трудный период. Физиологи растений уже хорошо изучили оптимальный состав света и необходимое напряжение его для нормального развития ряда овощных культур. В настоящее время возможности для светокультуры еще расширились благодаря открытию высококачественности продуктов фотосинтеза. Не пользуясь это достижение физиологии растений, работники тепличного хозяйства могут теперь не только получать хорошие урожаи овощей, но и влиять на состав

образующихся в них продуктов путем комбинирования спектрального состава света с корневыми подкормками.

Таковы ближайшие перспективы практического приложения учения о фотосинтезе в растениеводстве. Разумеется, одновременно с внедрением уже законченных работ, физиологи растений, в распоряжении которых есть теперь могучая техника исследований, должны энергично продолжать изучение процесса фотосинтеза в его тончайших деталях и проявлениях с тем, чтобы глубже раскрыть природу этого замечательного явления и еще полнее поставить его на службу земледелия.

* * *

В противоположность фотосинтезу, долго не находившему себе прямого практического приложения в растениеводстве, учение о корневом питании, составляющее другой крупный раздел физиологии растений, оказалось сразу же прочно связанным с насущными вопросами земледелия, обосновывая и направляя развитие техники обработки почвы и внесения удобрений. В этом отношении учение о корневом питании растений уже достигло общепризнанных результатов, которые фактически составляют основу современного земледелия. Дальнейшее движение на этом пути не вызывает сомнений — оно должно быть направлено на уточнение сроков и форм внесения удобрений, на повышение усвояемости элементов почвенного плодородия и на регулирование водного режима сообразно потребностям растений. Особое внимание должно при этом уделяться роли органоминеральных удобрений и микробиологических процессов в почве для питания растений, а также микроэлементов и их применению в растениеводстве.

По всем этим вопросам советскими учеными достигнуты за последние годы существенные успехи. Уже внедряются на полях методы комплексного внесения с семенами бактериальных и минеральных удобрений, — например, при посеве сахарной свеклы, что позволяет значительно экономнее расходовать удобрения и приводит к повышению урожая.

Все более широкое применение получают приемы местного или очагового внесения в почву питательных веществ, в частности гранулированных удобрений, что ведет от питания всей почвы к более экономному

и вместе с тем более эффективному питанию самих растений. Крупным шагом вперед в нашем растениеводстве является также разработка системы подкормок растений как корневым, так и некорневым путем, что могло быть успешно освоено лишь на основе хорошего знания потребностей растений в элементах питания в отдельные периоды их развития. Советские физиологи растений во многом способствовали своими исследованиями теоретическому обоснованию и правильной организации этих приемов.

За последние годы, главным образом благодаря успехам, достигнутым в биохимии и физиологии растений, оказалась выясненной ближайшая роль некоторых микроэлементов в обмене веществ растений. В частности, установлено присутствие меди в составе ряда окислительных ферментов, что позволяет связать потребность растений в этом элементе с аэробными фазами дыхания. Показана важная роль марганца в процессе карбоксилирования (присоединения углекислоты к органическим веществам) и обратном процессе декарбоксилирования, — что имеет существенное значение для многих весьма важных сторон деятельности растений, в частности, для синтеза белков и жиров, а также для фотосинтеза. Более ясной становится теперь и роль бора в растении, которая, как полагают, связана, с одной стороны, с кислородным питанием тканей, с другой же — с передвижением сахаров в растении, что достигается благодаря образованию подвижных комплексов сахарозы с борной кислотой.

Успехи в изучении физиологической роли микроэлементов позволяют значительно точнее определять потребности растений в этих веществах и устанавливать характер физиологических нарушений, наступающих при недостатке того или иного микроэлемента. Основываясь на этом, работники сельского хозяйства с помощью физиологов растений начинают теперь переходить от эмпирического применения микроэлементов к теоретически обоснованному использованию их в качестве средств управления отдельными сторонами обмена веществ сельскохозяйственных растений. Значительных успехов уже добились в этом отношении физиологи растений Украины, широко внедряющие в сельское хозяйство в качестве дополнительного удобрения марганец, ученые Белорус-

сии, использующие на торфяно-болотных почвах медь, и некоторые другие.

Однако, оценивая общий ход развития исследований физиологии корневой системы, мы приходим к заключению, что, может быть, именно в силу конкретности вопросов корневого питания и практической доступности воздействия этим путем на урожай исследования по физиологии корневой системы развивались главным образом под углом зрения знакомства с их поглощающей функцией. В то же время специфический обмен веществ самой корневой системы, протекающий в ней помимо поглощающей функции, но важный и даже необходимый для общего развития растения, изучался сравнительно мало.

В настоящее время, наряду с дальнейшим изучением вопросов корневого питания растений, необходимо обратить значительно большее внимание на изучение корней как органов, принимающих участие в общем обмене веществ растения. Ниже даны примеры, иллюстрирующие деятельность корневой системы с новых сторон.

При помощи хроматографического анализа и метода меченых атомов удалось недавно проследить своеобразный путь движения органических веществ в растении, который совершается со скоростью до $1,5 \text{ м/час}$ и сопровождается глубокими биохимическими превращениями движущихся компонентов (рис. 7). Этот путь берет свое начало в листьях, из которых сахара, образующиеся при фотосинтезе, быстро передвигаются вниз по растению и, достигнув корней, превращаются в них при участии фосфорной кислоты и углекислоты, поступающей из почвы, в разнообразные органические кислоты. Эти последние, взаимодействуя с аммонийными солями, образуют смесь разнообразных аминокислот, этих основных компонентов белковых веществ. Из корней аминокислоты быстро поднимаются вверх по растению и, концентрируясь главным образом в тканях растущих побегов и плодов, используются растением для построения белков вновь образующихся клеток. В настоящее время для тыквы и кукурузы, с которыми главным образом проводились эти опыты, известно до 14 важнейших аминокислот, образующихся в корнях, и весьма вероятно, что число это окажется в действительности еще более значительным.

Таким образом, на этом своеобразном пути движения органических веществ в растении, который в то же время является и путем их превращения, корневая система играет центральную роль трансформатора сахаров в аминокислоты. Поэтому формирование молодых побегов и почек, их рост и биологические свойства, которые в значительной степени связаны с аминокислотным составом белков, в известной мере предопределяется деятельностью корневой системы.

Действительно, если, например, прервать обмен органическими веществами между побегом и корнями путем нанесения кольцевой вырезки на коре, то рост окольного побега прекратится, хотя вода и минеральные вещества, движущиеся по древесине, будут попрежнему проникать во все его ткани. Один из таких опытов, проведенный с деревцем лимона, изображен на рис. 8 (слева). Однако, если вызвать тем или иным способом образование корней на нижнем конце окольной ветки (рис. 8, справа), то описанный нами путь движения и превращения органических веществ, идущий через корни, окажется восстановленным, а вместе с этим возобновляется и нормальный рост побега, хотя бы сами корни и не несли при этом никакой поглощающей функции, а просто сохранялись во влажном воздухе. На этом примере видно, что, помимо поглощающей функции, уже давно изучаемой нами, корневой системе принадлежит и другая важная роль, связанная с обменом веществ всего растения и, в частности, с образованием аминокислот, необходимых для синтеза белков.

Вместе с тем, мы приходим к заключению, что роль листа как органа, ответ-

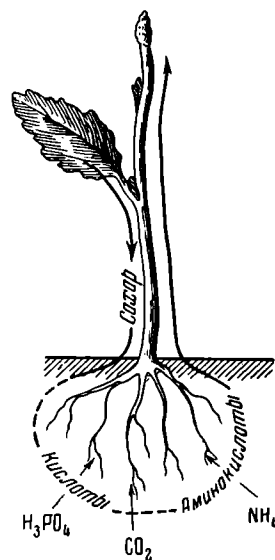


Рис. 7. Передвижение органических веществ в растении, прослеженное при помощи хроматографических и изотопных методов

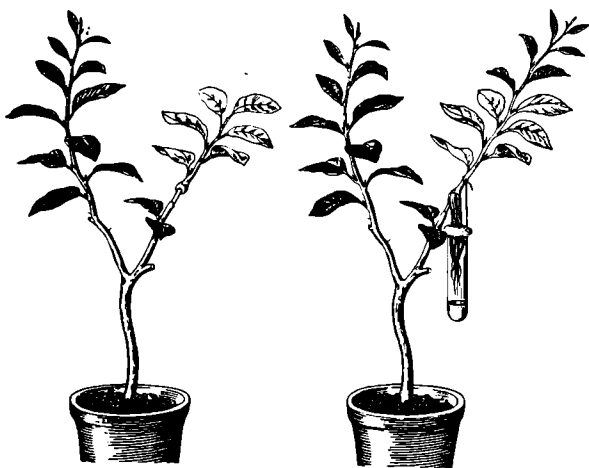


Рис. 8. Опыт кольцевания деревца лимона (слева); образование корней на нижнем конце окольцованной ветки (справа)

ственной за все важнейшие синтезы в растении, была преувеличена старой физиологией растений и что в действительности система обмена веществ в растении распределена по отдельным органам, из которых на долю корневой системы приходится весьма ответственная часть.

Из всего сказанного вытекает, что работники сельского хозяйства должны заботиться о создании для корней культурных растений условий, оптимальных не только для их поглощающей функции, что делалось и прежде, но также и для выполнения корнями тех ответственных превращений, которые составляют часть общего обмена веществ растения. В частности, уже известно, что обмен веществ корней многих растений происходит полнее и лучше при повышенных температурах (например, у лимонов при $35-38^{\circ}$), что благоприятно отражается и на урожае. В различной мере требовательны к повышенным температурам и корни других культурных растений. Все это позволяет поставить перед практикой растениеводства задачу регулирования температурного режима почвы с целью создания оптимальных условий для проявления всех сторон деятельности корней.

Несомненно, что подобного рода «удобрение» почвы теплом, техника которого еще должна быть разработана, позволит, в сочетании с прочими агротехническими меро-

приятиями, повышать урожаи многих культур, особенно в северных районах.

Впрочем, роль корня как органа превращения веществ оказалась, в результате работ последних лет, не только расширенной, но в некоторых случаях и суженной. В частности, это относится к корню сахарной свеклы, которому приписывали ранее способность синтезировать сахарозу из простых сахаров (глюкозы и фруктозы). В соответствии с представлениями французского физиолога Колэна было принято считать, что в процессе фотосинтеза в листьях сахарной свеклы образуются простые сахара, которые направляются вниз по растению и, достигнув тканей корня, тотчас же превращаются в них под влиянием специальных ферментов в сахарозу, которая и остается там в виде запасного отложения. Именно под этим углом зрения рассматривали агрономы-свекловоды и технологи сахарных заводов свекловичное растение, оценивая корень как своеобразную железу с резко выраженной способностью к синтезу сахарозы, а листья — как органы, доставляющие для этого синтеза исходный материал, т. е. глюкозу и фруктозу.

Применив новую технику меченых атомов и хроматографию на бумаге, советские физиологи показали, что корень сахарной свеклы практически не обладает способностью синтезировать сахарозу из простых сахаров, а воспринимает ее в уже готовом виде, или может быть в виде ее фосфорного эфира из листьев, где сахароза легко образуется как при фотосинтезе, так и вторично из глюкозы и фруктозы.

Сказанное может быть иллюстрировано опытами, в которых в живые листья и корни сахарной свеклы вводились растворы глюкозы и фруктозы, меченые радиоактивным углеродом (C^{14}). Нанося через различные промежутки времени по капле сока из таких тканей на полоску фильтровальной бумаги, а затем, медленно пропитывая ее с одного конца тем или иным растворителем, можно «размыть» такую каплю на индивидуальные вещества, причем каждое из них займет на бумаге определенное место, сообразно своей химической природе. Этот прием называется хроматографией. При наложении такой хроматограммы на свсточувствительную пленку, «пятна» веществ, обладающих радиоактивностью, сами себя фотографируют за

счет радиоактивных излучений и поэтому легко могут быть обнаружены.

На рис. 9 дана хроматограмма, показывающая образование сахарозы в листьях сахарной свеклы. Как видно, этот процесс протекает достаточно быстро и в короткий срок приводит к почти полному превращению простых сахаров в ценную для промышленности сахарозу. Вторая радиоавтография (рис. 10) аналогична предыдущей, но опыт был проделан с *к о р н е м* сахарной свеклы. Пятна сахаров на хроматограмме показывают, что фруктоза и особенно глюкоза постепенно расходуется и в корне, используя, по видимому, на синтез клетчатки, пектиновых веществ, на дыхание и пр., однако сахароза из простых сахаров в корне не образуется, несмотря на то, что опыт этот проводился в период, соответствующий наиболее интенсивному накоплению сахарозы в корнях (в августе). Работникам сахарной промышленности следует внимательно обдумать эти результаты, которые могут в дальнейшем иметь значение для селекции, выращивания, хранения и переработки свеклы.

В последнее время начинает все отчетливее выясняться роль корневой системы как органа, определяющего характер внутривидовых и межвидовых отношений, которые создаются у растений в естественных биологических сообществах. Уже давно было замечено, что корни растений выделяют в окружающую среду некоторые органические кислоты, например, яблочную; однако значение этого процесса оставалось невыясненным. В последние годы, главным образом благодаря применению стерильных культур и бумажной хроматографии, удалось ближе разобраться в этом вопросе и показать, что корни выделяют наружу кислоты, сахара (главным образом фруктозу) и многие ферменты. Выделение последних особенно существенно, так как под действием ферментов многие органические соединения почвы подвергаются расщеплению или окислению, становясь более пригодными для питания микроорганизмов. Опыты показали, что часть выделенных ферментов остается фиксированной на поверхности корешков и определяет своим действием контактное разложение субстрата, другая же часть свободно выделяется наружу и охватывает своим действием более широкую зону. Дальнейшие исследования помогут, вероятно, обнаружить и многие

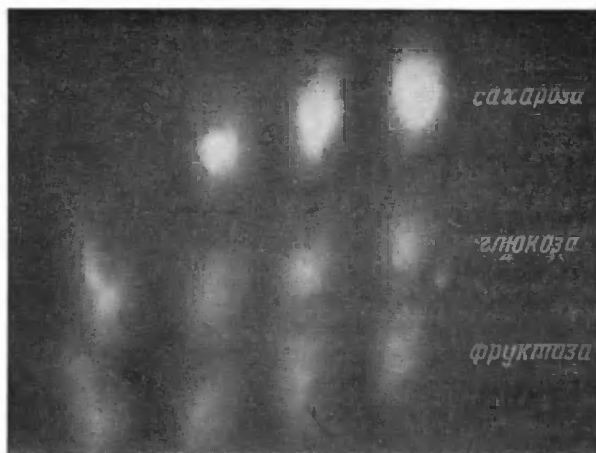


Рис. 9. Образование сахарозы в листьях сахарной свеклы, обнаруженное при помощи меченых атомов

другие физиологически активные соединения, выделяемые корнями растений. При помощи всех этих соединений в конечном итоге и достигается, по видимому, селекция соответственной микрофлоры вокруг корней, а биохимические свойства почвы приспособляются к потребностям данного вида растения.

В свою очередь и почвенные микроорганизмы, к значению которых в питании растений за последнее время вновь привлечено внимание, не остаются пассивными, а выделяют целый ряд ферментов, витаминов, аминокислот и антибиотиков, способных влиять на развитие корней и на общий обмен веществ растения.

В последние годы советские физиологи еще раз убедительно показали, что высшие растения являются вполне автотрофными организмами, способными питаться и нормально развиваться при полном отсутствии микробов, за счет минеральных веществ и неорганических форм азота, поглощаемых корнями, и углекислоты, усвояемой листьями. Более того, органические вещества, в том числе и такие простые, но вместе с тем физиологически активные соединения, как аминокислоты, не могут поглощаться корнями в количествах, достаточных для удовлетворения потребностей растения.

Однако при нормальном развитии растений на стерильном солевом растворе, добавление к питательной среде небольших количеств аминокислот или просто стерилизо-

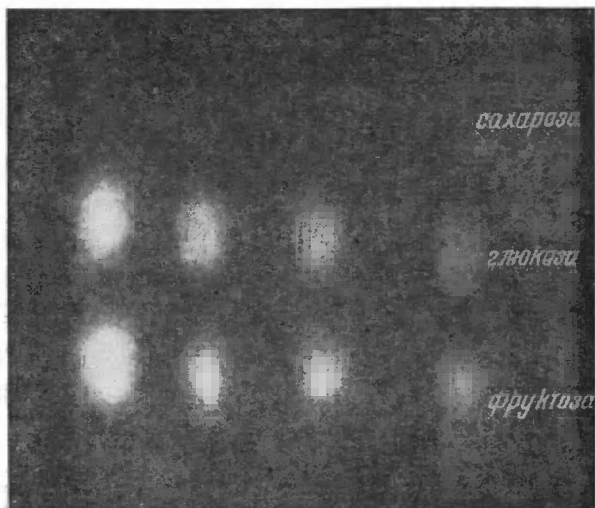


Рис. 10. Отсутствие синтеза сахарозы в корне сахарной свеклы, доказанное при помощи меченых атомов

ванных вытяжек из почвенных микроорганизмов усиливает обмен веществ корневой системы, а в некоторых случаях изменяет и морфологические свойства стеблей и листьев. Подобного рода воздействия могут быть оказаны на растения и небольшими дозами витаминов, нуклеиновых кислот и пр. Все эти вещества проникают через корни лишь в небольших количествах, однако на фоне нормально протекающего питания и развития растения они могут оказывать заметное стимулирующее или формативное влияние. Таким образом, мы приходим к заключению, что биологические отношения, которые складываются между растениями и почвенной микрофлорой, определяются прежде всего обменом специфическими веществами между корнями и микробами ризосферы. Под тем же углом зрения могут рассматриваться и более общие вопросы, в частности вопрос о внутривидовых и межвидовых отношениях у высших растений.

Основываясь на только что изложенном, мы склонны оценивать эти отношения, по крайней мере, в известной степени, как результат суммирования или взаимного исключения различных типов обмена веществ корневых систем, что в общей форме и может восприниматься, как «взаимная помощь» или «борьба» совместно обитающих растений.

Таковы те новые направления в изучении корневой системы, которые намечаются за последние годы в работах советских физиологов растений. Можно надеяться, что развитие этих работ в сочетании с дальнейшим углублением вопросов корневого питания будет способствовать подъему общей культуры нашего земледелия и позволит в ближайшее время сделать ряд новых практических выводов.

* * *

Классическая физиология растений развивалась главным образом по отдельным крупным направлениям, которые разрабатывались в известной мере независимо одно от другого. Это был необходимый начальный этап ее развития, который привел к открытию и детальному изучению многих важных явлений, но в то же время повлек за собой и известную схематизацию представлений о жизни целого растения и о его взаимодействии с окружающей средой.

В настоящее время, в связи с новыми задачами, стоящими перед нашим сельским хозяйством, физиологи растений в Советском Союзе должны уделять значительно больше внимания явлениям взаимосвязи между специализированными функциями отдельных частей растения, так как на этом пути могут быть достигнуты новые успехи в управлении питанием и развитием растений.

Под этим углом зрения приобретают особое значение исследования над передвижением пластических веществ и раздражимостью у растений, т. е. над теми физиологическими процессами, через посредство которых осуществляется связь и координация деятельности отдельных частей растения. Именно эти разделы физиологии растений оставались до последнего времени менее всего разработанными и лишь за последние два-три года они начали серьезно изучаться советскими физиологами.

Было бы преждевременно делать какие-либо окончательные выводы. Однако следует отметить, что и в этой области применение новейших методов сразу же позволило глубоко войти в изучение вопросов. В частности, мы легко наблюдаем теперь посредством изотопов за направлением и скоростью движения пластических веществ в растениях, а при помощи распределительной хроматографии можем определять и состав движущих

щихся продуктов. Мы знаем теперь также, что передвижение веществ в растении сопровождается резким подъемом дыхания проводящих клеток (флоэмы), которое далеко превосходит по интенсивности дыхание всех остальных тканей растения. Дальнейшие исследования над движением пластических веществ должны будут окончательно раскрыть эту «недоступную» для изучения сторону деятельности растения и помогут работникам сельского хозяйства найти приемы, позволяющие управлять процессами распределения питательных веществ и накоплением их в запасающих органах, что составляет капитальную задачу растениеводства.

Вместе с тем необходимо указать и на ряд других крупных вопросов растениеводства, в разрешении которых физиологии растений придется в ближайшее время принять активное участие. Прежде всего это задача дальнейшего развития сельского хозяйства в черноземной полосе. Роль физиологии должна при этом состоять в выяснении оптимальных требований растений к условиям существования в этих районах, с тем чтобы работники растениеводства могли своевременно и в нужных размерах удовлетворять эти требования.

В связи с этим большое значение приобретают также вопросы зимостойкости растений, которые нуждаются в настоящее время не только в дальнейшей экспериментальной разработке, но и в теоретическом обобщении.

Приходится поэтому с сожалением констатировать, что за последние годы внимание наших физиологов к вопросам устойчивости растений к низким температурам заметно ослабло без достаточных для этого оснований. Мало изучаются особенности обмена веществ растений, поставленных в условия, приближающиеся к критическому охлаждению, сравнительно мало используются в этих работах новейшие методы и техника и недостаточно развернута теоретическая дискуссия в данной области.

Можно ожидать, что организация специальной большой станции «искусственного климата» при Академии наук СССР, а равно и создание подобных учреждений при некоторых других научных и опытных учреждениях, повысит интерес к изучению этой важной стороны жизнедеятельности растений и откроет новые технические возмож-

ности для экспериментирования.

Однако и в области зимостойкости советские физиологи растений получили за последние годы некоторые интересные результаты, проливающие свет на одно из замечательных свойств растений — способность их при наступлении неблагоприятных условий впадать в состояние так называемого «покоя», или ослабленной жизнедеятельности. С наступлением устойчивого состояния покоя у зимующих почек и молодых тканей плодовых деревьев обычно свя-

зана их способность хорошо переносить зиму. Ученым удалось показать, что в состоянии покоя клетки тканей теряют непосредственный контакт между собой вследствие обособления протоплазмы, которая в виде округлого тела отходит от стенок на середину каждой клетки и покрывается плотным слоем жироподобных веществ — липоидов. В таком состоянии живая ткань как бы временно перестает функционировать как неразрывное целое, распадаясь на собрание изолированных протопластов, из которых каждый оказывается к тому же в довольно своеобразных условиях анаэробно-из-за трудной проницаемости липоидных оболочек для кислорода. Выход зимующих почек из состояния покоя, что обычно совпадает с наступлением весеннего потепления, сопровождается обратными явлениями, т. е. уменьшением липоидных слоев и восстановлением нормальной связи между клетками через протоплазменные нити, или плазмодесмы. Так как эта картина легко может быть наблюдаема в микроскоп, советские физиологи растений предложили пользоваться этими признаками для диагностирования покоя, а следовательно, и зимостойкости плодовых деревьев, что уже применяется в ряде опытных и хозяйственных учреждений.

Наконец, большие совместные задачи



Рис. 11. Результаты обработки черенков индолмасляной кислотой (слева); контроль (справа)

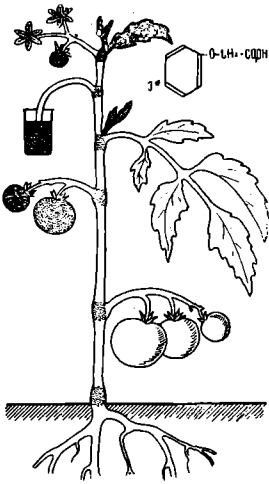


Рис. 12. Схематическое распределение стимулятора роста, меченого радиоактивным иодом, в растении томата

вание корней при размножении растений черенками (рис. 11) и при пересадке взрослых деревьев; найдены средства, стимулирующие рост плодов у томатов и ускоряющие дозревание многих плодов, собранных в незрелом состоянии. Разработаны приемы борьбы с сорняками посредством специальных веществ — гербисидов. Уже удалось подобрать гербисиды, избирательно уничтожающие широколиственные (двудольные) растения и не действующие на злаки (например, бутиловый эфир дихлорфеноксисукусной кислоты), а также вещества, уничтожающие однодольные, но не влияющие на двудольные растения (3-хлорфенилизопропилкарбамат). Таким образом, здесь химики и физиологи растений уже пришли к практическому решению задачи «химической полки», т. е. к избирательному уничтожению сор-

стоят перед физиологией растений и органической химией в отношении синтеза и внедрения в практику растениеводства химических препаратов для воздействия ими на рост растений и для борьбы с сорняками.

Уже найдены и широко применяются в Советском Союзе химические средства задержки прорастания картофеля в период хранения; синтезированы и успешно используются в практике вещества, ускоряющие образо-

ванных растений в посевах различных культур.

Раскрывая природу действия химических препаратов на различные стороны обмена веществ растений, советские физиологи должны теперь добиваться более тонкого воздействия на организм растений, которое позволило бы влиять, например, на направление и скорость движения питательных веществ, на повышение устойчивости растения к заморозкам, на усиление синтеза хозяйственно-ценных продуктов и пр. Метод меченых атомов и здесь быстрее поможет разобраться во всех этих вопросах. В частности, на рис. 12 схематически представлено распределение стимулятора роста (4-иодфеноксисукусной кислоты), меченого радиоактивным иодом, в растении томата при свободном засасывании его через листовую черешок. Руководствуясь такой картиной, мы можем, например, предвидеть неравномерность разрастания отдельных частей растения под влиянием стимулятора, можем обнаружить конкурирующее взаимодействие пазушных побегов и молодых плодов за стимулятор роста, а вместе с тем и за питательные вещества, идущие из листьев и корней.

* * *

Многие из работ, на которых мы здесь остановились, решительно выходят за рамки классической физиологии растений, основные представления которой сложились еще в начале текущего столетия. Эти новые данные намечают собой контуры будущей физиологии растений, которая раскроет перед нами значительно более глубокую и связную картину жизни растений; основываясь на этих данных, работники земледелия еще более уверенно пойдут вперед к высоким и устойчивым урожаям.



ВНЕЗАПНЫЕ ВЫБРОСЫ УГЛЯ И ГАЗА В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

В. В. Ходот



При добыче полезных ископаемых подземными способами вокруг выработок возникают зоны, частично или полностью разгруженные от давления вышележащих горных пород и от напряжения тектонического происхождения, а также области повышенного напряжения, так называемые зоны опорного давления.

Образование таких зон обычно приводит к обрушению пород, непосредственно прилегающих к выработкам, и вызывает движение вышележащих пород, которое со временем может распространиться до земной поверхности. Течение этих процессов зависит от механических свойств горных пород. Одни породы — кварциты, базальты, крепкие песчаники — могут длительное время оставаться в напряженном состоянии не разрушаясь. Другие — породы средней крепости, например песчанистые и глинистые сланцы, — сопротивляются возрастающей нагрузке до достижения предела прочности, после чего происходит внезапное частичное или полное разрушение породы в напряженной зоне. Наконец, относительно мягкие породы, обладающие пластическими свойствами — глина, мягкие глинистые сланцы, некоторые угли — могут постепенно заполнить незакрепленную горную выработку без значительного видимого нарушения сплошности.

Разрушение горных пород сопровож-

дается образованием трещин самых разнообразных размеров, длиной от многих метров и до немногих миллиметров. Это увеличивает пористость пород, что при наличии поля давлений ускоряет движение заключенных в породах жидкостей и газов в сторону выработок, представляющих собой стоки для воды и газов.

Таким образом, проведение подземных выработок приводит в движение всю окружающую среду, вызывая упругие и пластические деформации пород и фильтрационные потоки жидкостей и газов. При этом движения могут быть плавными (например, постепенное заполнение подземной выработки пластичной влажной глиной, фильтрация воды через пористую породу) или скачкообразными (например, обрушение в результате обнажения большого участка кровли).

Особенно сложные движения возникают при разработке подземным способом каменного угля, что обусловлено специфическими свойствами этой осадочной горной породы.

Каменный уголь образовался из растительных остатков, которые первоначально скапливались на поверхности земли в виде гелеобразной массы. В последующие геологические периоды такие массы оказались погруженными на значительные глубины, где под влиянием высоких давлений и температуры претерпели глубокие изменения.

В процессе превращения в уголь растительные остатки теряли значительную часть водорода и большую часть кислорода, которые улетучивались в виде метана (CH_4), углекислого газа (CO_2) и воды (H_2O). Относительное содержание углерода в растительных остатках при этом увеличивалось, все большее число атомов углерода связывалось между собой (процесс конденсации), образуя крупные молекулы (процесс полимеризации) примерного состава $\text{C}_{28}\text{H}_{18}\text{O}_2$.

Молекулы такого состава при дальнейшем созревании угля собирались в кристаллиты или «пакеты» размером от 15 до 30 Å¹; скопления последних, в свою очередь, образовывали частицы коллоидных размеров — мицеллы (размером от 100 до 2000 Å). При старении этих коллоидных частиц происходило небольшое сокращение их объема (процесс синерезиса), связанное с образованием системы трещин — «кливажа».

В результате процессов горообразования пласты угля претерпевали различные деформации — сжатие, изгибы, растяжения и т. д. При этом к трещинам кливажа и отдельностям напластования добавлялись еще тектонические трещины. Все эти трещины, в изобилии секущие каменноугольные пласты, образуют отдельности, по которым разрушается уголь при его механическом дроблении.

Каменный уголь представляет собой дисперсоид, т. е. вещество, состоящее из химически и физически связанных структурных элементов самых разнообразных размеров, с незначительным количеством цементирующих минеральных примесей.

Вследствие большой трещиноватости уголь обычно в 10—15 раз менее прочен, чем вмещающие его породы. Сопротивление угля отрыву часто вообще не удается определить, настолько оно незначительно. В зависимости от степени обогащенности углеродом в угле могут проявляться некоторые пластические свойства: при разработке пластов мягкого угля может обнаружиться «отжим» угля, т. е. небольшое выдавливание его в выработку под влиянием веса вышележащих пород.

Уголь — хороший естественный адсорбент, т. е. поглотитель газа. В процессе со-

зревания углей образуется много метана и углекислого газа. Часть этих газов остается в угле в абсорбированном состоянии (аналогичном раствору) и в адсорбированном виде. В углях основных каменноугольных бассейнов СССР содержится главным образом метан. Адсорбирующая поверхность углей (т. е. поверхность самых тонких пор радиусом до 25 Å) оценивается приблизительно в 200 м²/г угля, что в 7 раз превышает поверхность графита и всего в 3—4 раза меньше адсорбирующей поверхности таких промышленных адсорбентов, как силикагель или активированный уголь. На разрабатываемых в настоящее время глубинах угли Донецкого, Кузнецкого и Карагандинского бассейнов содержат в себе метан под давлением до 40 кг/см² и в количестве от 10 до 30 м³/т.

При добыче угля по развитой системе пор и трещин из глубины массива в подземные выработки фильтруется метан. Коэффициент проницаемости ископаемых углей составляет несколько десятков (примерно от 10 до 70) условных единиц — миллиардси, в то время как проницаемость вмещающих уголь пород обычно меньше в десятки и даже в сотни раз. Для сравнения напомним, что проницаемость нефтеносных песков обычно в сотни раз выше проницаемости угля. Поэтому, хотя в угольных пластах и содержатся огромные запасы метана, но его не удается извлекать бурением скважин, как это делается в отношении месторождений естественного газа.

В подземные выработки метан выделяется с плоскостей обнаженных угольных пластов, из отбитого от массива угля, из пород почвы и кровли и из залегающих выше и ниже пласта соседних угольных пластов, пропластков или углистых сланцев. С глубиной газообильность шахт растет. На каждую тонну добытого в шахтах угля выделяется, в зависимости от глубины разработки, от 1 до 20 м³ метана. Есть шахты, где количество метана доходит до 100 м³ газа на 1 т добытого угля, а общее количество выделяющегося в течение суток метана составляет 70 000 м³. В довоенное время в одном только Донбассе из подземных выработок выделялось ежедневно 1 200 000 м³ метана в сутки. Для того чтобы понизить концентрацию газа и ликвидировать опасность взрыва, в подземные выработки приходится нагне-

¹ Å — ангстрем, т. е. одна стомиллионная часть сантиметра.

тать мощными вентиляторами значительные массы воздуха, которые по весу в несколько раз превышают вес добываемого в шахтах угля.

Метан, представляющий собой высококалорийное топливо, до последнего времени лишь осложнял и удорожал добычу угля подземным способом. Только в последние годы начали разрабатываться и внедряться методы улавливания и промышленного использования метана угольных месторождений.

ЧТО ТАКОЕ ВНЕЗАПНЫЕ ВЫБРОСЫ УГЛЯ И ГАЗА?

Обычное выделение метана из обнаженного угольного пласта в настоящее время достаточно хорошо изучено и, благодаря широко проводимым в СССР мероприятиям по охране труда горнорабочих, не представляет непосредственной опасности для работающих в угольных шахтах.

Однако на некоторых шахтах Донецкого и Кузнецкого каменноугольных бассейнов происходят внезапные выделения газа, связанные с выбросами больших количеств добываемого угля. Первый внезапный выброс угля и газа произошел в 1906 г. на шахте Ново-Смоляниновской в Донбассе; с тех пор число зарегистрированных внезапных выбросов в Донецком и Кузнецком бассейнах дошло приблизительно до полутора тысяч. В ряде шахт внезапные выбросы стали серьезным препятствием для безопасной и бесперебойной разработки угольных пластов.

Предвестники внезапных выбросов — это обычно усиление давления горных пород на крепление выработок, отскакивание от обнаженной поверхности угля (угольного забоя) мелких частиц («шелушение» угля), глухие удары, громкие выстрелы или частые потрескивания (наподобие пулеметной стрельбы) в глубине массива, иногда усиленное выделение метана и осязаемое выжимание свежееобнаженного угля. Эти явления могут наблюдаться в забоях как подготовительных выработок (штреков), так и очистных выработок (лав). Внезапные выбросы часто происходят и при вскрытии каменноугольных пластов выработками, пройденными по породе (квершлагами).

Вслед за предупредительными признаками (иногда через несколько секунд после

их обнаружения) обнаженная стенка угольного пласта проламывается под действием мощных сил, действующих со стороны массива угля и вмещающих пород, и раздробленный уголь выбрасывается вместе с волной метана в подземную выработку, ломая на своем пути крепление, опрокидывая вагонетки, изгибая рельсы и засыпая выработки на расстояние десятков метров.

На шахтах Советского Союза за один выброс выделяется в среднем 500—1500 м³ газа. В каждом таком случае выбрасывается от 30 до 80 т угля. Однако известны и отдельные гораздо более интенсивные выбросы. Так, например, в 1947 г. при вскрытии квершлага пласта Лутугинского II на шахте Северная треста Кемеровуголь (Кузбасс) было выброшено 500 т угля на расстояние до 100 м и выделилось около 10 000 м³ метана. В лаве пласта Юльевского шахты Юнком комбината Артемуголь (Донбасс) 11 мая 1951 г. на горизонте 476 м была выброшена 981 т угля. За границей известны случаи выброса еще больших количеств угля и газа. Так 17 ноября 1904 г. на шахте Моррисей (Британская Колумбия) на глубине 300 м было внезапно выброшено 3500 т угля и около 700 000 м³ газа. Масштабы такого бедствия для подземных выработок можно представить себе, если учесть, что объем выброшенного угля, приведенный в последнем примере, был равен объему трехэтажного дома из 16 квартир.

Обследование мест внезапных выбросов показало, что в результате этого явления в пласте образуется пустота большей частью эллипсоидальной формы, вытянутая по падению угольного пласта и имеющая со стороны выработки суженную горловину. Характерные формы и размеры таких пустот представлены на рис. 1 (случай внезапного выброса в очистных выработках крутопадающего пласта) и рис. 2 (случай, относящийся к подготовительной выработке — откаточному штреку).

Многолетние наблюдения за внезапными выбросами в отечественной каменноугольной промышленности (в Донбассе, Кузбассе и на шахтах Егоршинского месторождения на Урале) и за границей (главным образом в Бельгии на шахтах Эно вблизи Монса, в бассейне Гар в Южной Франции, в Йоркшире и Южном Уэльсе в Англии, в Нижней Силезии, в северной части Рура в

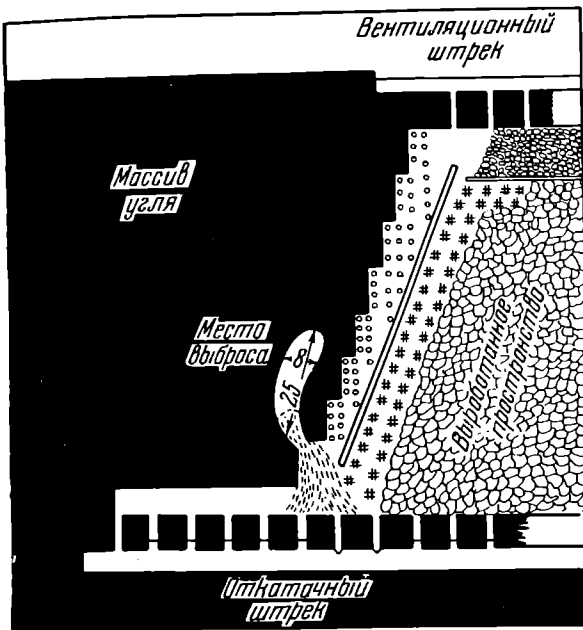


Рис. 1. Форма и примерный размер пустоты, образующейся при внезапном выбросе угля и газа в очистных выработках крутопадающего угольного пласта (разрез по угольному пласту)

Германии, в районе Режицы в Венгрии, в районе Ванкувера в Британской Колумбии) показали, что эти явления большей частью приурочены к пластам мягкого, перетертого, сильно трещиноватого угля или к пластам сложного строения, включающим пропластки и отдельные пачки перетертого матового угля. Такими бывают чаще всего угли средней зрелости — паровично-жирные, паровично-спекающиеся, коксующиеся, — и реже — антрациты (например, угли Егоршинского месторождения).

Замечено также, что внезапные выбросы чаще происходят в районах геологических нарушений — сбросов, сдвигов и других нарушений залегания пластов, возникших в процессе горообразования. На небольшой глубине внезапных выбросов обычно не бывает; они начинают проявляться на глубине более 200 м, т. е. когда давление веса горных пород доходит приблизительно до 50 ат, а в пластах угля замечается значительный рост метаноносности, преимущественно в зонах нарушений. На глубинах свыше 400 м внезапные выбросы происходят и при отсутствии нарушений залегания пластов.

При прочих равных условиях более склонными к внезапным выбросам оказываются угли мощных (толстых) пластов, по сравнению с пластами тонкими, угли пластов, залегающих в крепких вмещающих породах, угли крутопадающих пластов, сравнительно с углями пластов, залегающих горизонтально или пологопадающих, сухие угли, по сравнению с сильно увлажненными.

Внезапные выбросы могут происходить и при очистных (рис. 1) и при подготовительных (рис. 2) работах. Чаще всего они происходят при сотрясении забоя ударным инструментом (отбойными молотками) или при взрывных работах. Благоприятствует возникновению внезапного выброса неправильная форма очистного забоя, вызывающая неравномерную концентрацию напряжений от давления кровли (вышележащих пород) в отдельных участках лавы.

Уголь, заполняющий выработку после внезапного выброса, обычно сильно раздроблен, но имеет нормальный для данного пласта вид. Иногда этот кусковатый уголь покрыт сверху толстым (до 30 см) слоем тончайшей, бархатистой на ощупь пыли, которую горняки называют «бешеной мукой». Подсчитать объем выделяющегося при внезапном выбросе газа большей частью бывает трудно, так как он быстро распространяется по подземным выработкам, смешивается с вентиляционной струей и уносится на поверхность вместе с воздухом. Ориентировочные подсчеты, произведенные на основании газового анализа вентиляционной струи вблизи места внезапного выброса, показывают, что в большом числе случаев количества газа, выделяющиеся при внезапных выбросах, не превосходят газоемкости выброшенного угля.

В некоторых каменноугольных пластах Южной Франции и Нижней Силезии в угле заключен преимущественно углекислый газ, а не метан. Установлено, что внезапные выбросы углекислого газа и угля по количеству выброшенных угля и газа в несколько раз превосходят выбросы метана и угля.

ПРИЧИНЫ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА

Внезапные движения горных пород и заключенных в них газов и жидкостей часто сопровождаются обрушением кровли,

горными ударами, прорывами газа из почвы выработки и прорывами воды. Эти явления связаны с нарушениями равновесия, вызванными проведением подземных выработок. Давление веса вышележащих пород, давление газа из соседних угольных («сближенных») пластов или давление воды в прилегающих к угольному пласту водоносных породах при образовании выработки, т. е. пустоты, на границах которой должны сосредоточиваться повышенные напряжения в определенный момент, превышают предел прочности породы кровли, подошвы или самого угля и приводят к их разрушению.

Гораздо труднее объяснить внезапные выбросы: уголь обрушивается не из кровли, а из забоя, чего в огромном большинстве угольных пластов, не опасных по внезапным выбросам, а также в рудных месторождениях, вообще не бывает. Правда, на больших глубинах в угольных и рудных месторождениях отмечаются горные удары, сопровождающиеся выжиманием угля в выработки, и «стреляние» горных пород. Горные удары вызываются дроблением угля под влиянием обрушения «зависшей» на большой площади мощной и крепкой кровли. «Стреляние» же горных пород происходит только на поверхности забоя и не образует глубоких каверн, характерных для внезапных выбросов.

До недавнего времени трудно было объяснить, почему при внезапных выбросах пустоты образуются не непосредственно у угольного забоя, а на некоторой глубине в массиве угольного пласта, почему выделяется такое большое количество газа, почему уголь выносится на большое расстояние от забоя, почему при этом образуется «бешеная мука»?

Первоначально причину внезапных выбросов пытались объяснять давлением газа в угольном пласте. Согласно предположениям некоторых исследователей, в угольных пластах должны находиться пустоты или очаги измельченного при тектонических процессах угля, или, наконец особые трещины, в которых газ находится в большом количестве и под большим давлением. Эти предположения оказались несостоятельными, так как

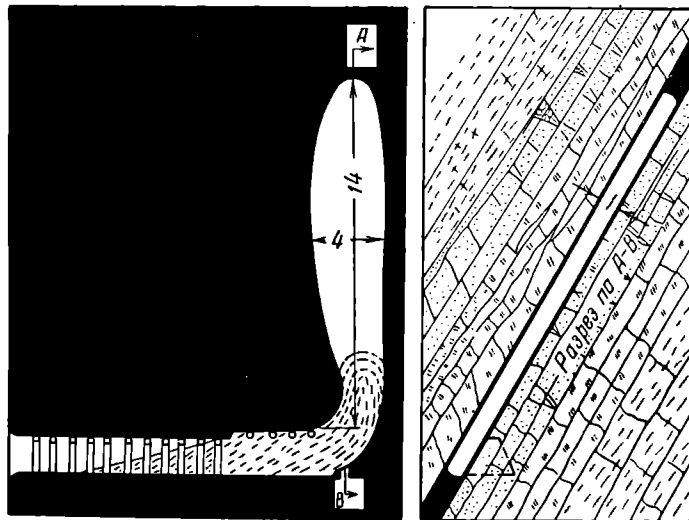


Рис. 2. Форма и примерный размер пустоты, образующейся при внезапном выбросе угля и газа в забое откаточного штрека наклонного пласта. Слева — вертикальный разрез через штрек и выше по пласту; справа — поперечный разрез через угольный пласт и вмещающие его породы (сечение штрека показано пунктиром)

никаких особых очагов, пустот или глубоких трещин в угольных пластах, опасных по внезапным выбросам, не удалось обнаружить ни в одном случае. Попытки вскрыть такого рода пустоты или очаги передовыми скважинами ни разу не увенчались успехом; бывали случаи, когда после бурения таких скважин, которых было бы совершенно достаточно для выпуска газа из очагов, внезапные выбросы все-таки происходили, притом из мест, пересеченных скважинами. Кроме того, эта теория не могла объяснить, почему благоприятным условием для внезапных выбросов является потолкоуступная форма очистного забоя (см. рис. 1).

Другие исследователи считали внезапные выбросы горными ударами, осложненными присутствием газа. Но и это не объясняло, почему внезапные выбросы происходят в подготовительных выработках, где не бывает «зависания» и осадки кровли; почему при этом уголь выбрасывается на значительно большие расстояния, чем при горных ударах или при стрелянии горных пород; почему выбросы при участии углекислого газа оказываются более мощными, чем при участии метана; наконец, почему сухие забои опаснее мокрых, в то время как

мокрый уголь менее прочен, по сравнению с сухим?

Многие работники горного дела считали, что для возникновения внезапных выбросов большое значение имеет и газоносность угольного пласта, и давление вмещающих пласт пород, однако объяснить взаимодействие этих факторов они не могли.

Нами предложено следующее объяснение причин внезапных выбросов угля и газа.

Давление на угольный пласт вблизи забоя и напряжения в горных породах в зоне очистных работ распределяются неравномерно (рис. 3). Над пустотой, образованной очистными работами (*С* на рис. 3), благодаря относительной податливости крепи, происходит деформация пород непосредственной кровли и отслаивание ее от основной, вышележащей кровли. Поэтому зона *С* в значительной мере разгружается от веса основной кровли, и вес этот переносится на соседние участки — на угольный пласт в зонах *А* и *В* и на породы в выработанном пространстве (зона *Д*).

Если угольный пласт разрабатывается с заполнением пустоты, образовавшейся в результате выемки угля, то основная кровля

опускается на небольшую высоту, уплотняет закладку и на небольшом расстоянии от угольного забоя опирается на нее всей своей тяжестью. Если работа проводится, как это чаще всего бывает, с обрушением кровли, то в выработанном пространстве сперва происходит обрушение на некоторую высоту непосредственной кровли, сопровождающееся ее разрыхлением, затем основная кровля, по мере распространения сдвижений на все большую высоту, опускается, уплотняет обрушившуюся породу и на некотором (большем, чем при работе с закладкой) расстоянии от забоя «успокаивается», т. е. перестает опускаться. В этой зоне (*Е* на рис. 3) восстанавливается обычное давление столба вышележащих пород.

Над угольным пластом концентрация напряжений достигает значительно больших величин, чем над выработанным пространством; поскольку в этой зоне нет постепенно заполняющихся в процессе уплотнения породы пустот, вышележащие горные породы лежат на угольном пласте, как тяжелая плита на упругой опоре.

Уголь пластов, опасных по внезапным выбросам, представляет собой весьма непрочную горную породу. Поэтому под влиянием давления кровли на кромку (край) угольного пласта уголь растрескивается, частично разрушается и в призабойной части угольного пласта удерживается на месте, главным образом благодаря давлению непосредственной кровли, «зажимающей» угольный пласт. Ввиду отсутствия опоры у кромки пласта, давление основной кровли переносится вглубь угольного массива, в зону неразрушенного еще угля (зона *А*), где благодаря этому происходит значительная концентрация напряжений.

На рис. 3 кривая *Р—Р* показывает примерное распределение напряжений в области влияния подземной выработки. Величина давления горных пород на угольный пласт (зоны *А* и *В*), на крепь в рабочем пространстве (зона *С*) и на обрушенную породу (в зонах *Д* и *Е*) отложена по вертикали. В тектонически спокойной толще

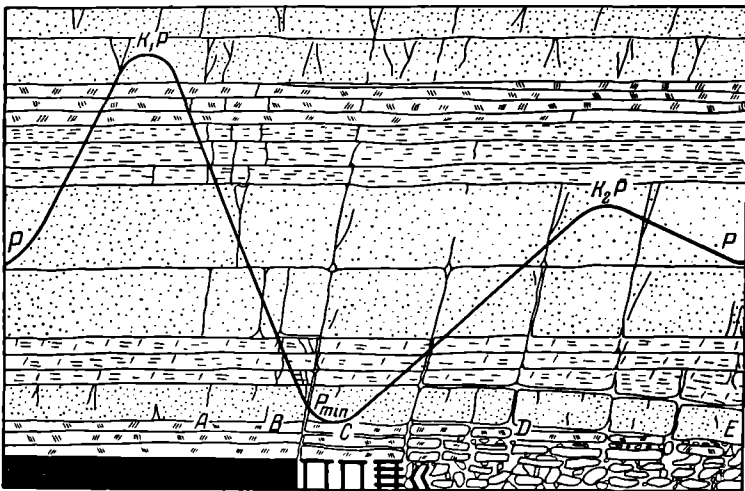


Рис. 3. Схема распределения давления (напряжений) горных пород в зоне очистного забоя. *Р* — давление, вызванное весом столба вышележащих пород; K_1 — коэффициент концентрации напряжений в призабойной зоне; K_2 — коэффициент концентрации напряжений в выработанном пространстве; P_{min} — минимальное давление над рабочим пространством забоя. Стрелкой показано направление, в котором происходит разработка пласта угля

пород величина давления зависит только от веса вышележащих пород. Такое нормальное напряжение определяется величиной $P = \gamma h$, где γ — удельный вес, h — высота столба породы до поверхности. В зоне *A* напряжение достигает максимального значения, определяемого коэффициентом концентрации K_1 , величина которого может доходить до двух и больше. В зоне *C* напряжение получает минимальное значение, так как непосредственная кровля в этой зоне отслаивается от основной и крепь поддерживает лишь эту непосредственную кровлю. В зоне *D* происходит уже опускание основной кровли, поэтому давление на обрушенную породу здесь постепенно нарастает и достигает второго максимума, определяемого коэффициентом концентрации напряжений в выработанном пространстве K_2 . В зоне *E*, где опускание основной кровли закончилось, напряжение в породах определяется снова весом столба вышележащих пород $P = \gamma h$.

Наличие выработанного пространства приводит к тому, что уголь под влиянием концентрации напряжений в зоне опорного давления *A* может деформироваться в сторону *B*, тем более, что уголь у забоя частично разрушен, трещиноват и не оказывает сильного сопротивления боковому давлению, возбуждаемому вертикальной нагрузкой.

Таким образом, в зоне *A* уголь незначительной крепости, разрушаясь под влиянием усиленного давления $K_1 P$, из хрупкого твердого тела превращается в тело сыпучее, и дальнейшая его деформация происходит уже наподобие пластической деформации. При достаточно высокой концентрации напряжений пластические деформации проявляются в виде усиленного «отжима» угля из забоя. Рабочие, бывшие свидетелями внезапных выбросов, указывают, что одним из признаков угрожающего внезапного выброса является усиленное давление на крепь и «движение» забоя. При этом уголь в призабойной зоне, на который воздействуют силы трения по подошве и кровле и силы сцепления, с одной стороны, и противоположно направленные силы бокового давления, пропорциональные нормальным силам $K_1 P$,

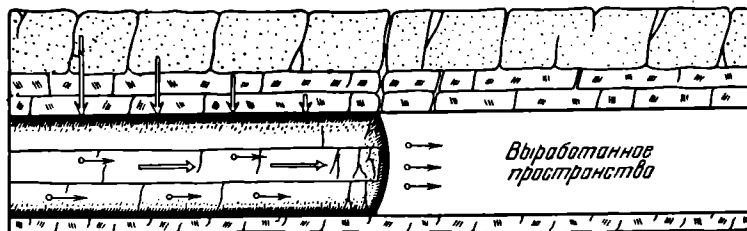


Рис. 4. Первая фаза внезапного выброса — упругая деформация угля. Здесь и на последующих рисунках вертикальными стрелками показаны нормальные к пласту силы давления от веса вышележащих пород, горизонтальными большими стрелками — силы и направление бокового давления, малыми горизонтальными стрелками — силы давления и направление движения десорбирующегося и фильтрующегося газа

разрушается и в нем образуются большие трещины, по которым, как по каналам, газ из раздавленного в зоне *A* угля проникает в выработку.

Теория и опыт показывают, что чем больше измельчен уголь, тем быстрее и в больших количествах он отдает заключенный в нем газ. Газ (метан или углекислый газ) находится в глубине массива угля под давлением в несколько атмосфер (в Донбассе зарегистрированы давления метана в 40 ат и выше). Поэтому образование в призабойной зоне глубоких трещин вызывает резкий перепад давления газа между зоной раздавленного угля *A* и подземной выработкой. Газ начинает бурно выделяться из измельченного угля, устремляется в сторону выработки и увлекает с собой как разбитый трещинами уголь призабойной зоны *B*, так и измельченный (раздавленный) уголь зоны *A*.

Чем тоньше поры угля, в котором заключен газ, тем большее давление оказывает газ на стены этих пор при десорбции, так как с уменьшением диаметра пор возрастает их сопротивление движению потока газа. Наибольшее сопротивление приходится преодолевать молекулам газа, заключенным в тончайших порах и пустотах между макромолекулами (углеродными решетками) кристаллитов и между кристаллитами, где величина пор соизмерима с величиной молекул. Стремясь выйти из абсорбированного состояния, газ в процессе полета частиц угля, повидимому, разрывает эти небольшие частицы благодаря большому градиенту давления. В результате образуется упоминавшаяся выше тончайшая пыль — «бешеная мука».

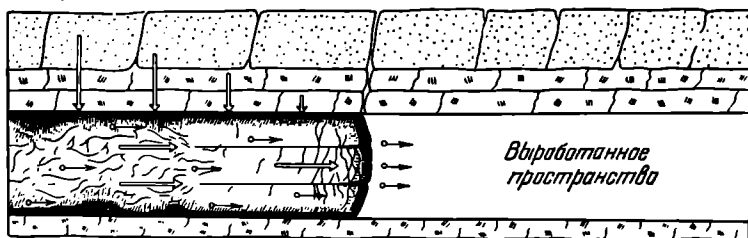


Рис. 5. Вторая фаза внезапного выброса. Уголь в зоне концентрации напряжений раздавлен и деформируется как сыпучее тело, выжимая в сторону выработки призабойную стенку и преодолевая трение по подошве и кровле; последняя деформируется, образуя все более глубокие и зияющие трещины

На последующих рисунках показаны отдельные фазы внезапного выброса угля и газа. На рис. 4 показано, как угольный пласт подвергается упругим деформациям; нормальное давление на пласт возбуждает боковое давление в сторону выработки; в этом же направлении действует и относительно небольшое давление газа (градиент давления газа в разрабатываемом угольном пласте невелик, т. е. давление газа лишь постепенно нарастает по мере углубления в массив). Сил сцепления и трения на этой фазе еще достаточно, чтобы сохранить имеющееся равновесие между давлением горных пород и газа, с одной стороны, и сопротивлением угля раздавливанию и отжиму — с другой.

На рис. 5 показано, что предел прочности угля в зоне концентрации напряжений превзойден, уголь начинает разрушаться, в разрушенном угле образуются многочисленные плоскости скольжения. Под влиянием нормальной нагрузки он начинает вести себя как пластическое тело, т. е. деформируется (ползет) даже без увеличения нагрузки, оказывая давление на сильно трещиноватую призабойную зону. Однако поскольку в этой фазе угольный пласт все же представляет собой сплошное тело, фильтрация газа через уголь изменяется незначительно и возрастает в основном за счет увеличения трещиноватости призабойной зоны.

Если в процессе отжима разрушение призабойной зоны приведет к образованию зияющих глубоких трещин, по которым подземная выработка сообщается с раздавленным углем (рис. 6), в нем начинается бурное выделение газа, напор которого, при сильном измельчении раздавленного угля и большой

скорости газовой выделению, присоединяется к боковому давлению горных пород, что приводит к разрушению призабойной толщи угля. После этого быстро расширяющаяся волна газа вырывается через пролом в забое, увлекая с собой раздавленный и разрушенный трещинами уголь. Мелкие частицы угля, выброшенные из очага внезапного выброса в подземную выработку, благодаря резкому перепаду давлений, разрываются на лету, образуя тонкую пыль (рис. 7).

Если опасный пласт имеет сложную структуру и состоит из нескольких пачек или пропластков, то процесс деформации и разрушения угля начинается, очевидно, с наиболее мягкого, перетертого слоя.

Возникновение и развитие внезапного выброса по описанной выше схеме возможно только при условии достаточно быстрого растрескивания или разрушения угля, вызывающего внезапное выделение углем больших количеств газа. В противном случае освобожденный газ не сможет развить достаточную для выброса мощность работы. Отсюда следует, что давление горных пород должно проявиться в динамической форме — в результате внезапной осадки кровли или внезапного разрушения части пласта под влиянием горного давления.

В подготовительных выработках уголь в призабойной зоне также находится в условиях сложного напряженного состояния и на кромке пласта также подвержен деформациям, отжиму и разрушению, как это имеет место в очистных выработках. Поэтому можно предполагать, что и в подготовительных выработках механизм внезапных выбросов тот же: давление горных пород вызывает растрескивание и разрушение угля; при достаточной скорости процесса это приводит к мгновенному освобождению больших количеств газа, который и производит основную работу по выбросу угля. Дополнительными источниками энергии выброса являются упругая энергия, накопленная углем, и (в крутопадающих пластах) энергия падения под влиянием силы веса самого угля.

Изложенная гипотеза удовлетворительно объясняет все разнообразие явлений, со-

проводящих внезапные выбросы. Образование каверн при внезапных выбросах в глубине массива объясняется тем, что концентрация напряжений происходит не у самого забоя. Высокая интенсивность внезапных выбросов с участием углекислого газа объясняется тем, что этот газ в большем количестве поглощается углем, чем метан (примерно в 3—4 раза). Поэтому при измельчении угля он выделяется в гораздо больших объемах. Кроме того, удельный вес CO_2 почти в два раза превышает удельный вес метана. Поэтому струя углекислого газа способна увлечь с собой большее количество угля и перенести его на значительное расстояние. Наконец, относительная безопасность мокрых участков пласта объясняется тем, что вода вытесняет газ и, следовательно, последний перестает принимать участие в движениях, происходящих в призабойной зоне.

БОРЬБА С ВНЕЗАПНЫМИ ВЫБРОСАМИ УГЛЯ И ГАЗА

Большинство мер борьбы с внезапными выбросами угля и газа предложено практиками горного дела — работниками каменноугольных шахт. Укажем главные применяемые на практике меры.

Наиболее надежен способ разработки защитных пластов. Если вблизи опасного пласта (выше или ниже) на расстоянии не свыше 30—50 м (при некоторых условиях разработки — и до 80 м) залегает пласт, не опасный по внезапным выбросам, то его предварительная разработка вызывает разгрузку опасного пласта от давления горных пород, значительную дегазацию пласта и прекращает внезапные выбросы.

Широко используется метод сотрясательного взрывания. При помощи усиленных зарядов взрывчатого вещества искусственно возбуждают выбросы угля и газа. Мощное сотрясение массива пород в зоне, опасной по внезапным выбросам, вызывает ускорение перераспределения напряжений, сопровождающего внезапные выбросы, и на некоторое время обеспечивает разгрузку опасной зоны. К сожалению, способ этот не всегда оказы-

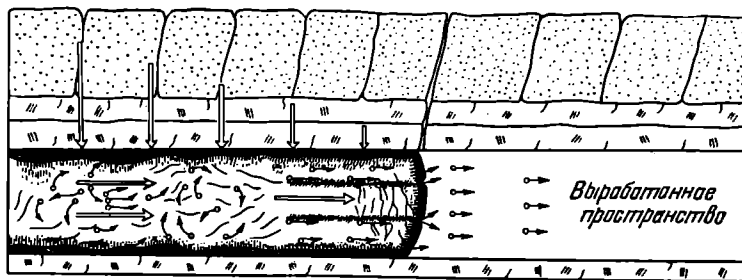


Рис. 6. Третья фаза внезапного выброса. Трещины в призабойной стенке дошли до зоны раздавленного угля, в котором заключен газ под повышенным давлением. Газ десорбируется из измельченного угля в больших количествах и устремляется в сторону подземной выработки

вается эффективным: после искусственных выбросов иногда происходят естественные внезапные выбросы.

Менее эффективен способ уменьшения концентрации напряжений в призабойной зоне. Этого добиваются спрямлением линии забоя в очистных работах, переходом в некоторых случаях на работу с закладкой выработанного пространства, заменой угольных целиков, охраняющих штреки, закладкой, увеличением опережения забоя откаточного штрека с целью вывести его из сферы влияния очистных работ.

Применяется также бурение передовых скважин большого диаметра (200—300 мм) для местной разгрузки угольного пласта от механического и газового давлений.

В нашей стране широко развернуты научно-исследовательские работы, направленные к полной механизации производственных процессов как в подготовительных, так и в очистных работах, чтобы в забоях и лавах опасных пластов было занято возможно меньшее число людей.

Основная опасность внезапных выбросов газа для подземных рабочих заключается в вытеснении из атмосферы подземных выработок кислорода, необходимого для дыхания. Чтобы предупредить опасность аноксии (кислородного голодания, удушья бескислородным газом) работниками горноспасательных частей угольной промышленности в содружестве с учеными, на базе препарата активной перекиси, разработанного членом-корреспондентом Академии наук СССР И. А. Казарновским, создан самоспасатель для работающих в участках, опасных по внезап-

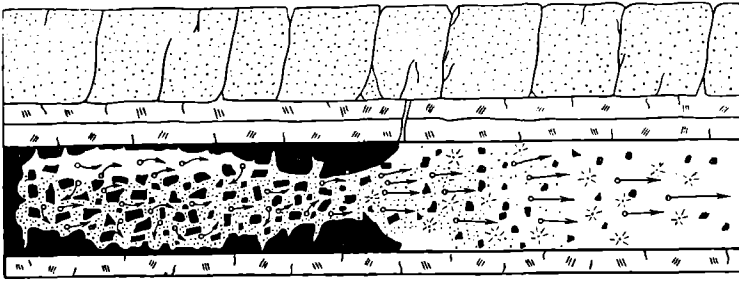


Рис. 7. Последняя фаза внезапного выброса: боковое давление пород и давление десорбирующегося газа вызвали разрушение призабойной стенки; волна газа устремляется в пролом, увлекая с собой куски угля и мелочь. Звездочками показаны разрывающиеся под давлением газа кусочки угля

ным выбросам. Это маленький портативный противогаз с запасом кислорода, достаточным для нормального дыхания в течение одного часа. В случае заполнения газом подземных выработок при внезапном выбросе рабочие надевают самоспасатели и уходят к свежей струе воздуха.

Однако перечисленные меры все еще не вполне надежно предупреждают внезапные выбросы и обеспечивают безопасность работ на «бросающих» пластах. Одна из главных причин такого положения — недостаточное теоретическое и экспериментальное обоснование современных представлений о причинах и механизме внезапных выбросов угля и газа.

При Институте горного дела Академии наук СССР создана под председательством академика А. А. Скочинского комиссия по борьбе с внезапными выбросами угля и газа в угольных шахтах, координирующая и направляющая всю научно-исследовательскую работу по этой проблеме.

В настоящее время ряд институтов уже провел и продолжает вести широко развернутые наблюдения в угольных шахтах основных бассейнов Советского Союза, экспериментальные исследования в лабораториях и работы по обобщению отечественного и мирового опыта борьбы с внезапными выбросами. Уже получены существенные научные результаты, позволяющие заключить, что в отношении понимания сложных физико-химических и механических процессов, протекающих в пластах, опасных по внезапным выбросам, методов прогноза (предсказания) этих явлений и способов предупреждения внезапных выбросов советская горная наука во многом опередила научную мысль в капиталистических странах.

Коммунистическая партия и Советское правительство уделяло и уделяет много внимания обеспечению шахтерам безопасных условий труда, в особенности рациональному решению проблемы внезапных выбросов угля и газа.

Можно не сомневаться, что благодаря огромным возможностям, предоставленным в СССР для развертывания научных исследований, проблема внезапных выбросов будет решена совместными усилиями работников советской горной науки и угольной промышленности СССР, что весьма важно для обеспечения безопасной и производительной работы шахтеров в СССР и во всех странах земного шара, где добывается уголь.

У ИСТОКОВ КЛЕТОЧНОЙ ТЕОРИИ

(К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ М. Я. ШЛЕЙДЕНА)

А. А. Щербакова



Тридцатые годы прошлого столетия были годами господства в ботанике линнеевского, описательно-систематического направления. Немногие исследования по физиологии и анатомии растений имели тоже описательный характер и не привлекали внимания ботаников. Большой фактический материал, накопленный биологией, требовал обобщающих работ. Но господствовавшая в биологии догма о постоянстве видов искажала создававшиеся в то время естественные системы. В этих условиях не могли быть найдены подлинно родственные отношения между организмами. Ценные идеи в обобщающих работах натурфилософов тонули в фантастических домыслах. Пренебрежение натурфилософии к опыту, к фактам, приводило к схоластике.

Появление нового, прогрессивного направления в развитии ботанической науки связано с трудами Маттиаса Якоба Шлейдена. Создание, совместно со Шванном, учения о клетке и новаторские работы в области ботаники поставили имя Шлейдена в ряд наиболее выдающихся естествоиспытателей прошлого столетия.

Крупнейший, прогрессивный мыслитель-георетик; точный, строгий экспериментатор в области биологии и ботаники; широкообразованный медик, работы которого оставили видный след в фармакологии; блестящий полемист и популяризатор, научные работы которого читаются как произведения худо-

жественной литературы; глубоко знающий и любящий природу и искусство поэт, написавший две книги недурных стихов — таков Маттиас Шлейден.

Советская наука является законным наследником и продолжателем классических исследований лучших представителей мировой науки. Учение великого Дарвина нашло в Советском Союзе свою истинную родину. Советские ученые очистили науку о клетке — цитологию — от вирховианско-вейсманистского мусора, воссоздали подлинно научное учение о клетке, опирающееся на методологию диалектического материализма. Отношение советских ученых к выдающимся трудам основоположников клеточной теории прекрасно выразила О. Б. Лепешинская: «Идеи Шлейдена и Шванна, — писала она, — забитые буржуазной критикой, оставались в тени в течение около ста лет. Теперь только в советской стране значение их учения находит свою достаточную оценку и экспериментальное подтверждение»¹.

В текущем году исполнилось сто пятьдесят лет со дня рождения Маттиаса Шлейдена; он родился 5 апреля 1804 г. в Гамбурге, в семье врача. Окончив гимназию, Шлейден поступил в Гейдельбергский университет, где три года изучал юридические науки.

¹ О. Б. Лепешинская. Клеточная теория 100 лет назад и теперь. «Фронт науки и техники», 1938, № 7, стр. 38.

Получив по окончании университета степень доктора, он вернулся в Гамбург и занялся адвокатурой. Но профессия юриста не привлекала молодого Шлейдена. Он оставил ее и поступил на медицинский факультет Геттингенского университета. Шлейден увлекся изучением ботаники и занятия ею продолжил в Берлине, где в то время работали выдающиеся естествоиспытатели Гумбольдт и Браун.

В 1837—1839 гг. Шлейден опубликовал ряд своих исследований, за которые ему была присуждена ученая степень доктора философии. В 1839 г. он получил место профессора в Иенском университете. Здесь им были осуществлены наиболее значительные его ботанические работы. Студентам Шлейден читал курсы ботаники и антропологии; его лекции имели огромный успех. Новые прогрессивные идеи ученый облакал в блестящую художественную форму, он был талантливым лектором, художником слова. Ранее пустовавшие ботанические аудитории Иенского университета наполнились студенческой молодежью, среди которой Шлейден приобрел много горячих поклонников и последователей.

В Иене Шлейден создал большую научную школу. Среди его учеников было немало выдающихся ботаников — Шахт, Радлькофер, Диппель, Галлир и др. Благодаря Шлейдену и его ученикам Иенский университет в 40—60 гг. стал крупным ботаническим центром.

В течение всей своей жизни Шлейден сочетал научную работу с большой общественной деятельностью. Он был выдающимся популяризатором естественно-научных знаний. В обществе, указывал Шлейден, должно быть верное понимание идеалов и работ ученых, поскольку из общества наука черпает новые кадры; широкое распространение научных идей поднимает интерес к ним, обогащает науку новыми работниками.

Не меньшее значение придавал он распространению естественно-научных знаний в борьбе с невежеством и суевериями. Систематически, в течение всей своей жизни Шлейден читал публичные лекции, пользовавшиеся исключительным успехом, писал научно-популярные книги. Наряду с А. Гумбольдтом М. Шлейден был начинателем в распространении естественно-научных знаний среди немецкого народа. К. А. Тимирязев, лично слушавший одну из публичных лекций Шлей-

дена, отмечает ее увлекательность, блестящее мастерство лектора и в особенности острую атеистическую направленность лекции; он называл Шлейдена «грозою немецких клерикалов».

Замкнутая профессорская корпорация Иенского университета неодобрительно относилась к чтению публичных лекций, расценивая их как «профанацию» науки. Блестящие же полемические выступления Шлейдена, остроумные насмешки над схоластическими упражнениями натурфилософов и над узкосистематическими работами коллег-ботаников, которых Шлейден непочтительно именовал «травоедами» и «живыми списками растений», создали ему немало врагов среди отсталой и реакционной профессуры. Университетское «болото» создало выдающемуся ученому настолько невыносимую обстановку, что в 1862 г. он был вынужден оставить Иенский университет.

Шлейден переехал в Дрезден. В 1863 г. он получил приглашение от министерства народного просвещения России занять кафедру физиологии растений и антропологии в Дерптском университете. Кафедра была специально открыта для знаменитого ученого. Но в Дерпте Шлейден работал всего девять месяцев. Лекции знаменитого биолога имели небывалый успех. Университетские аудитории были битком набиты слушателями. Среди них были не только студенты, но и учителя, профессура, городские жители. Первые же университетские и публичные лекции Шлейдена по антропологии привели к столкновению с профессорами богословия и духовной цензурой. Вольнодумный ученый посмел оспаривать священное писание, подрывая библейские устои. В своих лекциях он отверг, как не соответствующие научным представлениям, библейские рассказы о сотворении жизни и человека на земле божественной силой в течение шести дней, развивал представления о происхождении человека из животного царства. Лекции Шлейдена по антропологии привели в волнение не только академический мирок, но и весь город. Дерпт распался на два лагеря. Новые научные идеи привели к спорам и столкновениям лиц, десятилетиями мирно обитавших в сонном царстве тихого городка. Реакционная профессура университета, в особенности богословы, не могли допустить столь широкого распространения жгучих атеистических идей. Были

пущены в ход закулисные и открытые средства, использована местная реакционная газетка, и Шлейден не выдержал: 14 сентября 1864 г. он подал заявление об отставке и уехал из Дерпта, оставив среди учащейся молодежи немало горячих последователей и учеников.

С этого времени Шлейден больше не вел педагогической работы. Несколько лет он жил в Дрездене, затем много ездил, переезжая из города в город. С исключительной интенсивностью вел он в эти годы литературную работу, создав прекрасные научно-популярные произведения.

Умер Маттиас Шлейден 23 июня 1881 г. во Франкфурте-на-Майне от астмы.

Мы упоминали о схоластическом, натурфилософском направлении, уживавшемся с узкосистематическими работами в ботанике в тридцатые годы прошлого столетия. На этом фоне трудно переоценить огромное значение классической работы Шлейдена «Основы научной ботаники», опубликованной им в 1842 г. Два тома этой работы включают методологическое введение, учение о составе растений и растительной клетке, морфологию и органологию растений. Книга богата широкими научными обобщениями, новыми прогрессивными идеями. В ней даны остроумная и резкая критика натурфилософии Шеллинга и Гегеля, критика господствовавшего в ботанике узкосистематического направления, обоснование новых задач и методов исследования в ботанической науке. С точки зрения современной науки, в книге Шлейдена можно найти устаревшие и ошибочные положения. Его материалистические взгляды на природу содержат механистические черты. Он неясно представлял себе качественное своеобразие биологических явлений и считал конечной целью ботаники сведение жизненных проявлений в растительном мире к физико-математическим закономерностям. Это были ошибки ученого, свойственные эпохе, в которую он жил, но

они не умаляют заслуг Шлейдена — борца за материализм в естествознании, против идеалистической натурфилософии, витализма и поповщины.

Высмеивая ботаников узкосистематического направления, занимавшихся только описанием растений, бессистемным накоплением фактов, Шлейден выдвинул задачу объяснения природы растения, поставив вопрос о значении теории в науке.

Для Шлейдена ботаника — прежде всего теоретическая наука, имеющая свои цели и методы. Ближайшая задача ботаники — свести к измеримому в пространстве и времени движению различные жизненные явления, происходящие в растениях. Выдвигая эту задачу, Шлейден стремился изгнать из науки о растениях виталистические представления. В природе растения нет ничего, что не могло бы быть познано наукой, утверждал Шлейден, опровергая мистические теософские домыслы о наличии



МАТТИАС ЯКОБ ШЛЕЙДЕН

души у растений, которые развивал его современник философ Густав Теодор Фехнер.

Вслед за Линнеем многие ученые того времени питали предубеждение против микроскопа, боялись ошибок, якобы неизбежных при микроскопических наблюдениях. Шлейден выступил горячим защитником микроскопических исследований. В его книге — впервые в учебнике ботаники — изложены основы микроскопической техники. Он призывает к упорному, внимательному наблюдению, ибо в ошибках виноват не микроскоп, а недобросовестные или немелкие наблюдатели.

Огромна заслуга Шлейдена в провозглашении и блестящем обосновании принципа истории развития как основы и метода ботанических исследований. Он предлагал изучать растение в процессе его развития, в динамике.

В книге «Основы научной ботаники» подробно рассмотрены вопросы жизнедеятельности клетки и клеточного строения расти-

тельного организма. Шлейден призывал ботаников к изучению простейших, одноклеточных растений.

Провозглашение основой ботанических работ принципа истории развития, принципа клеточного строения растительного тела и точных научных методов, утверждение, что будущность ботаники — в развитии физиологических и микроскопических работ, наряду с острой, беспощадной критикой виталистических и схоластических представлений, — было переворотом в господствовавших в ботанике взглядах, составило обширную программу дальнейшего развития ботаники, которая осуществлялась несколькими поколениями ученых. Узкосистематическое направление в ботанических исследованиях, развенчанное и жестоко осмеянное Шлейденом, потеряло господствующее положение, не могло больше закрывать пути новым росткам ботанической мысли, опиравшимся на прогрессивные открытия в биологии — в первую очередь на клеточную теорию. Начинается бурное развитие новых ботанических направлений — физиологии, эмбриологии, анатомии растений, — изучение низших растений.

Новаторские работы Шлейдена высоко ценили передовые русские ботаники. К. А. Тимирязев и А. Н. Бекетов отмечали заслуги Шлейдена в создании научной ботаники, писали о нем как о красноречивом и страстном противнике рутины и застоя. «Самый выдающийся, талантливый, не только умный, но и остроумный «властитель дум» современных ему ботаников», — писал К. А. Тимирязев¹, — ... Шлейден в своей знаменитой книге «Die Botanik als inductive Wissenschaft» заложил основание строго научному пониманию морфологии, положив в ее основу историю развития².

Среди остальных ботанических работ Шлейдена упомянем «Материалы по истории развития цветка у мотыльковых» (1839), где Шлейден, впервые в ботанике, сделал попытку изучения истории развития всех частей цветка. Кроме того, ему принадлежат исследования о происхождении белка семян, об анатомии кактусов, об анатомо-физиологических различиях стеблевых органов, о составе клеточных оболочек. Изучая клеточные оболочки, Шлейден впервые приме-

нил реактивы, употребляемые до нашего времени, — азотную и серную кислоту, едкий кали и раствор иода.

Ботанические работы Шлейдена не ограничивались областью анатомии и физиологии. Ему принадлежит несколько специальных работ по географии растений и палеоботанике. Наконец, он был одним из первых ботаников, внесших научные методы исследования в фармакологию. В конце 1840 г. он был приглашен читать лекции по фармакогнозии в фармацевтическом институте г. Иены. Эти лекции послужили основой при составлении «Учебника медико-фармацевтической ботаники и ботанической фармакогнозии», в двух томах. Первый том в 1860 г. был переведен на русский язык проф. А. Н. Бекетовым.

Необычайную судьбу имели исследования Шлейдена «Об образовании яичка и зародыша у явнотных». Вокруг этих работ около двадцати лет ботаниками всех стран велись горячие, ожесточенные споры. Шлейден обработал огромный ботанический материал, сделал много новых ценных наблюдений, но ошибся в конечном выводе. Он думал, что зародыш растения образуется из кончика пыльцевой трубочки, а не из яйцеклетки.

Но, как правильно замечал К. А. Тимирязев, это заблуждение знаменитого ботаника принесло косвенную пользу науке. Оно шло в разрез с установившимися представлениями и заставило ботаников взяться за тщательные исследования процессов оплодотворения у растений. Ботаниками разных стран был изучен огромный материал, выяснены многие детали в области оплодотворения у растений, внесена точность в ранее неясные явления. Конеч спорам положили исследования Амичи, Моля и в особенности Гофмейстера. Теория Шлейдена о развитии зародыша из пыльцевой трубочки была опровергнута и сам он под влиянием работ своего ученика Радлькофера в 1856 г. отказался от нее.

Мы уже упоминали, что Шлейден не ограничивал свою научную деятельность созданием работ, предназначенных только для специалистов-биологов. Он был выдающимся пропагандистом естественно-научных знаний, и многие его научно-популярные произведения могут и в наше время служить образцами для популяризаторов науки. Боль-

¹ К. А. Тимирязев. Соч., т. IX, стр. 408.

² Там же, т. VIII, стр. 52.

шинство научно-популярных работ Шлейдена посвящено ботаническим вопросам. Его книга «Растение и его жизнь» (1847) является классическим научно-популярным трудом, в котором изложены результаты новейших ботанических исследований того времени. Множество новых, интересных сведений, яркая художественная форма изложения, превосходные многочисленные рисунки — все это обеспечило огромный успех этой книге. Она много раз переиздавалась в Германии, переводилась и издавалась в разных странах. В 1849 г. книга «Растение и его жизнь» была издана и в России и тоже несколько раз переиздавалась. На русский язык переводились и научно-популярные произведения Шлейдена «Море», «Дерево и лес», «Этюды» и некоторые другие. Работы Шлейдена вызывали многочисленные отклики в русской периодической печати, причем почти все рецензии отмечали высокие достоинства произведений знаменитого ботаника. Характерно для учено-гуманиста его научно-популярное произведение «Дерево и лес». Шлейден пипет о хищничестве истребления леса как следствии частной собственности, протестует против частной собственности в отношении леса. «Если живительный солнечный луч, — указывает он, — не может и не должен быть частною собственностью, то то же относится и к лесу, составляющему воплощение солнечной теплоты»¹.

Безалаберное, хищническое истребление лесов разоряет страны, ухудшает климат, ведет к обмелению рек. Ярко, красочно показано Шлейденом значение дерева в жизни человека в связи с историей культуры, нарисована картина многообразия древесной растительности, описано строение характерных ее представителей. Книга заканчивается выразительной старинной пословицей: «Кто срубит дерево — того проклянут дети, а кто посадит дерево — того благословят внуки».

С момента опубликования труда Дарвина «Происхождение видов» Шлейден стал горячим защитником эволюционной теории. Он глубоко понимал значение эволюционного учения Дарвина для науки и считал его новой эпохой в биологии.

Наряду с эволюционной теорией и законом сохранения энергии, величайшим науч-

ным открытием в естествознании прошлого столетия является клеточная теория.

До настоящего времени в литературе все еще встречаются утверждения, приписывающие открытие клетки Шлейдену и Шванну. Это неверно. Растительная клетка была открыта почти за 200 лет до их работ Робертом Гуком, наблюдения которого были продолжены и расширены Мальпиги и Грю. Но до работ Мирбеля (1808) клетками или «пузырьками» считались только элементы паренхимы, между тем как, например, сосуды принимались за особые образования. Мирбель высказал мысль, что все ткани растения развиваются из молодой клеточной ткани. Работы Мирбеля были продолжены Мольденгауером (1812), Мейеном (1830), Молем (1831), Унгером (1840). Таким образом, создание клеточной теории было поставлено на очередь всем ходом развития биологии, исследованиями нескольких поколений ученых. Но в целом работы предшественников Шлейдена и Шванна не могли дать правильных представлений о значении и роли клеток в организме, материалистически объяснить процессы их жизнедеятельности. Именно Шлейден и Шванн явились выдающимися выразителями нового направления научной мысли, обобщившими в стройную теорию наряду с собственными исследованиями не всегда ясные и зрелые мысли своих предшественников и современников.

Клеточная теория Шлейдена — Шванна содержит три главных обобщения: теорию образования клеток, доказательство клеточного строения всех органов и частей организма и распространение этих двух принципов на рост и развитие как животных, так и растений.

Теория образования клеток и доказательство клеточного строения растительного организма принадлежат Шлейдену. Эти выводы сформулированы им в работе «Данные о развитии растений» (1838) на основе личных исследований и обобщения накопившегося к тому времени фактического материала в работах других ученых. До Шлейдена никто из ученых не занимался вопросом о возникновении самой клетки, он первый выдвинул эту проблему как одну из важнейших в учении о клетке.

Роберт Броун, открывший ядро клетки в 1833 г., не уяснил себе его значения в жизни клетки. Шлейден, изучая молодые клетки,

¹ М. Шлейден. Дерево и лес. Перев. А. Рудзкого, СПб, 1873, стр. 85—86.

пришел к выводу, что ядро является постоянной частью формирующейся клетки, имеет важное значение в ее образовании: ядро является «питобластом» — клеткообразователем. Шлейден подробно описал форму, цвет, величину ядер в клетках различных растений.

Шлейден описал и остальные вещества клетки, хотя и не понял значения протоплазмы — «камеди» или «слизи», — которую, под названием «саркоды», описал Дюжарден, а позднее Моль и Пуркинье. Новое образование клеток — возникновение их из живого вещества — протоплазмы — Шлейден наблюдал в зародышевом мешке цветковых растений и на конце пыльцевой трубочки. В однородной «слизи» — протоплазме — появлялась зернистость, из которой возникало ядро, затем белковый комочек выделял оболочку. Такой способ свободного образования клеток (1838) Шлейден считал для растений всеобщим законом.

Еще до опубликования работы «Данные о развитии растений» Шлейден сообщил о своих наблюдениях и выводах Шванну, которого эта беседа натолкнула на мысль произвести подобные же исследования над клетками животных. В результате, в 1839 г. Шванном была опубликована классическая работа «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений», которая, вместе с работой Шлейдена «Данные о развитии растений», легла в основу клеточной теории.

«Только со времени этого открытия, — писал Ф. Энгельс, характеризуя значение клеточной теории, — стало на твердую почву исследование органических, живых продуктов природы — как сравнительная анатомия и физиология, так и эмбриология. Покров тайны, окутывавший процесс возникновения и роста и структуру организмов, был сорван. Непостижимое до того времени чудо предстало в виде процесса, происходящего согласно тождественному по существу для всех многоклеточных организмов закону»¹.

Клеточная теория объяснила разнообразие и разнокачественность структур, наблюдавшихся у различных растений и животных, дала несомненные доказательства общ-

ности их происхождения — единства животного и растительного мира. Материалистическая идея развития в представлениях об онтогенезе клетки, о формировании из клеток тканей и структур организма, лежащая в основе клеточного учения, указала путь к эволюционной теории и стала одним из краеугольных камней в ее фундаменте.

«Это открытие не только убедило нас, — писал Ф. Энгельс, — что развитие и рост всех высших организмов совершаются по одному общему закону, но, показав способность клеток к изменению, оно обозначило также путь, ведущий к видовым изменениям организмов, изменениям, вследствие которых организмы могут совершать процесс развития, представляющий собой нечто большее, чем развитие только индивидуальное»¹.

Работы Ф. Энгельса были новой, высшей ступенью в развитии клеточной теории. Шлейден и Шванн открыли и изучили процесс развития клетки в ее онтогенезе. Энгельс создал теорию возникновения и развития клеточной структуры в филогенезе, в процессе развития жизни на земле, обозначив путь от доклеточного живого вещества, бесформенных белковых комочков, к сложным клеточным образованиям.

В клеточной теории Шлейдена — Шванна объяснение жизнедеятельности целого организма, исходя из совокупности свойств его частей, клеток, в свое время было прогрессивным, разбивало виталистические представления о «жизненной силе» и «непознаваемости» различных жизненных процессов организма. Но одновременно в этой идее таились зародыши механистических, вирховианских ошибок. Правда, выдвигая положение о самостоятельности клеток, Шлейден сопровождал его поправками, указывая на две стороны жизни клеток: клетка живет самостоятельно и в то же время — как часть сложного организма. Но в целом Шлейден и Шванн еще не могли до конца правильно решить вопрос о взаимоотношении клеток в организме как о новом качестве, не сводимом к простой сумме клеток.

Идея самостоятельности клеточек привела в дальнейшем к механистической догме Вирхова об организме как федерации кле-

¹ Фридрих Энгельс. Дialeктика природы, Госполитиздат, 1952, стр. 155.

¹ Ф. Энгельс. Людвиг Фейербах и конец немецкой классической философии, Госполитиздат, 1951, стр. 38.

точных государств и Ферворна о сведениях физиологии организма к физиологии составляющих его клеток.

Открытие деления клеток повело к новому наступлению на клеточную теорию. Деление клеток было возведено в зарубежной науке в ранг всеобщего и единственного закона размножения клеток, а свободное образование клеток, наблюдавшееся Шлейденом, объявлено научной ошибкой. Надо сказать, что новые открытия не заставили Шлейдена отказаться от своих взглядов: он находил, что наряду с размножением клеток путем деления имеет место их свободное образование.

Принято думать, что механистические идеи Вирхова еще во второй половине прошлого столетия заняли господствующее положение в русской науке. Это неверное утверждение. Внедрению вирховианских идей противостояли материалистические традиции, сильные в русской науке. Эволюционное учение Дарвина о развитии органического мира и материалистическая теория Шлейдена — Шванна о развитии клеток владели умами передовых русских биологов. Как и в отношении дарвинизма, русским биологам было свойственно не догматическое признание, а творческое отношение к клеточной теории. Передовые русские биологи критиковали слабые и ошибочные положения клеточной теории и в особенности искажавшие ее вирховианские догмы, которые сводили развитие организма к цепи клеточных делений, а организм — к сумме клеток.

В качестве примера укажем на представления выдающегося русского биолога А. Н. Бекетова, изложенные в его «Учебнике ботаники», который в 70—90-х гг. прошлого столетия был основным пособием по ботанике для русских университетов.

Отдавая должное клеточной теории Шлейдена и Шванна, А. Н. Бекетов все же находил неправильными представления, сводившие все многообразие форм жизни к клетке. Описывая организмы, не имеющие клеточного строения (слизистые грибы-миксоцеты, зооспоры некоторых водорослей и пр.), он отмечал, что «природа обходится нередко и без клеточек»¹. Клетка, указывал А. Н. Бекетов, начинает свое формирование с прото-

плазмы, не имеющей клеточной структуры. «Все растения, — писал Бекетов, — появляются сначала в виде микроскопически малого комочка протоплазмы, т. е. мягкой студенины, комочка, не окруженного никакой оболочкой»¹.

Бекетов, как и Шлейден, описывал процесс свободного образования клеточки, постепенное возникновение ядра и появление оболочки. Он отмечал многообразие в процессах образования новых клеточек, критиковал ошибочные представления Шлейдена, Вирхова, Егера и других авторов о самостоятельности клеточек в организме. Переводя на русский язык работу Густава Егера «Микроскопический мир» (1866), Бекетов указывал на ошибочность представлений о самостоятельности клеточек. По мере усложнения организма самостоятельность клеточек уменьшается. У высших растений еще сохраняются остатки такой самостоятельности: черенки и почки могут отделяться от растения и разрастаться, но у высших животных не остается и следов самостоятельности клеток.

Высоко оценивая материалистические идеи о возникновении и развитии клеток в работах Шлейдена и Шванна, Бекетов в то же время критиковал ошибочные положения в их работах и шел дальше них в развитии научных представлений о клеточных структурах. Многообразие форм живой природы он не сводил к клеточной организации и подходил к пониманию единства в многоклеточном организме как нового качества, не сводимого к сумме клеток.

В течение тридцати семи лет (1860—1897) несколько поколений студентов Петербургского университета слушало лекции Бекетова; по его учебникам училось не одно поколение русских биологов. Среди его учеников немало выдающихся ученых, продолжавших и развивавших взгляды своего учителя. А это только один из многих примеров могучего отпора вирховианству со стороны наших передовых биологов.

Вирхов и его последователи вытравивали из клеточной теории идею развития, внесли в науку грубо механистические представления о клетке. Все многообразие проявлений жизни, не сводимое к понятию клетки, вирховианцы пытались уложить в прокрустово

¹ А. Н. Бекетов. Учебник ботаники, вып. 1, 1880—1883, стр. 152.

¹ А. Н. Бекетов. Введение к общему курсу ботаники, 1877—1878, стр. 10.

ложе своих метафизических догм: клетка — от клетки, вне клетки нет жизни, организм — сумма клеток. В отрицании идеи развития сомкнулись вирховианство и вейсманизм. Вирховианцы ограничили клеткой понятие живого, вейсманисты на место клетки водрузили ложную формулу ее строения, наполнив ее выдуманными носителями наследственных свойств — генами, заключенными в неизменных, вечносуществующих структурах клетки — хромосомах.

В представлениях вейсманистов и вирховианцев оболочка клетки стала сугубо второстепенной и неживой частью клетки, мертвым продуктом ее жизнедеятельности, протоплазма — субстратом для хромосом. Цитологов-вейсманистов не интересовала клетка в процессе ее возникновения и развития, во всем многообразии проявлений ее жизнедеятельности; их исследования заполняла надуманная и бесплодная статистика — подсчеты комбинаций генов и хромосомных наборов.

Исследования советских ученых внесли много нового в клеточную теорию, подняли ее на новую ступень. Неизмеримо полнее и глубже стали представления о клетке — познаны ее тонкие структуры. Созданы правильные представления о появлении клеточной структуры в процессе развития жизни на земле. Стало ясно, что клетка является важнейшим, но не единственным структур-

ным элементом организма; изучены взаимосвязи клеток с неклеточными элементами организма.

Исследования О. Б. Лепешинской дали доказательства возникновения новых клеток из живого вещества, открыли широкую дорогу изучению неклеточных форм жизни и поставили на очередь разработку проблемы доклеточных форм жизни в эволюционном процессе.

Великие обобщающие теории — эволюционное учение о развитии органического мира и клеточная теория — лежат в основе современной биологии, определяя пути дальнейшего развития этой науки.

Эти теории выдержали испытание временем: прошло столетие, но великие идеи в своей основе остались непоколебленными. Советские ученые — законные наследники и продолжатели выдающихся трудов русских биологов прошлого столетия, материалистических идей великого Дарвина и творцов первой клеточной теории Шлейдена и Шванна.

Сто пятьдесят лет отделяет нас от дня рождения Шлейдена. Советские люди, создающие самую высокую и гуманную в мире науку и культуру, в эти дни с уважением вспомнят великого немецкого биолога-новатора, выдающегося просветителя-гуманиста, смелого борца против витализма и поповщины, открывателя новых путей в науке — Маттиаса Якоба Шлейдена.



УСКОРЕНИЕ СОЗРЕВАНИЯ ПЛОДОВ

Профессор Ю. В. Ракитин



Нередко плоды многих сельскохозяйственных культур приходится снимать с растений в незрелом виде. Чаще всего это необходимо из-за недостаточной продолжительности теплого периода и рано наступающих похолоданий и заморозков.

• Помидоры выращиваются почти во всех районах СССР, где только возможно земледелие. Но, в зависимости от климатических условий, вызревание плодов этой культуры обеспечивается по-разному. В южных районах страны вызревает почти весь урожай; в средней полосе количество плодов, убираемых в зрелом виде, обычно не превышает половины урожая. По мере дальнейшего продвижения на север, сбор спелых помидоров непрерывно уменьшается, и, наконец, падает до нуля. Во многих северных районах плоды помидоров поспевают на растениях только в защищенном грунте.

Примерно то же наблюдается и с культурой дыни. Из-за рано наступающих похолоданий приходится убирать в незрелом виде апельсины, мандарины и другие цитрусовые, а также хурму, которые выращиваются в нашей стране в субтропических районах.

К этому необходимо добавить, что плоды одной из основных цитрусовых культур — лимонов — всегда убираются незрелыми, так как при оставлении их на дереве до полного созревания они не приобретают нужной

сочности и требуемого аромата, теряют много кислоты, и ткани их огрубевает. Лимоны, убранные на стадии светлозеленой окраски, доводятся до спелости в процессе хранения, при этом они приобретают все необходимые качества.

Плоды многих сортов яблони и груши убирают также задолго до созревания. Это относится главным образом к так называемым осенним и зимним сортам. Все необходимые признаки зрелости у таких плодов появляются только после длительного периода их послеуборочного дозревания. У ряда сортов этот период длится несколько месяцев. На длительное хранение оставляют наиболее лёгкие осенние и зимние сорта плодов. Существование рано созревающих (летних) и поздно созревающих (осенних и зимних) сортов, отличающихся высокой лёжкостью, позволяет обеспечить население свежими плодами в течение круглого года.

Некоторые плоды, например дыни, помидоры, груши, персики и хурма, не выдерживают длительной перевозки в зрелом состоянии. Поэтому для перевозки на большие расстояния такие плоды снимают с растений неспелыми. Точно так же поступают и с плодами бананов и ананасов, которые завозятся в СССР из южных стран.

Способы ускорения созревания плодов. При обычных условиях хранения многие

плоды созревают очень медленно, что задерживает их доставку потребителю. В связи с этим возникает необходимость ускорения послеуборочного созревания плодов. Это касается, прежде всего, таких плодов, как помидоры, дыни, лимоны, апельсины и хурма. Необходимость ускорения созревания может возникать и по отношению к мандаринам, яблокам, грушам, айве, персикам, абрикосам и сливам. Почти всегда бывает желательно ускорить появление спелости у бананов и ананасов, которые не успевают дойти до полной зрелости во время транспортировки, так как они хранятся в пути при пониженной температуре.

В практике уже давно известно, что созревание плодов можно значительно ускорить, если выдерживать плоды при температуре 25—30°. Однако при этом способе качество плодов ухудшается. Они слабо окрашены, недостаточно ароматны, содержат мало сахара и витаминов, имеют плохой вкус и ввиду большой потери влаги оказываются в той или иной степени увядшими. Кроме того, повышенная температура способствует загниванию плодов.

Известны и другие приемы ускорения созревания плодов в послеуборочный период. Жители древнего Китая добивались быстрого созревания груш и хурмы окуливанием их в плотно закрытых глиняных сосудах дымом ладана. Этот способ применяется в Китае и поныне. В качестве средств, ускоряющих исчезновение терпкости у хурмы, применяются и другие способы. В Китае с этой целью хурму выдерживают в известковом молоке и теплой воде, в Японии — в плотно закрытых бочках, освободившихся из-под рисовой водки, в США — в атмосфере углекислоты, в теплой воде (30—40°) и в плотно закрытых бочках, пропитанных винным спиртом.

В 1910 г. появилась статья Винсона, в которой автор сообщал, что с целью выявления веществ, способных стимулировать созревание фиников, им было испытано свыше 100 различных соединений (серный эфир, хлороформ, ацетон, газолин, бензин, этиловый спирт, органические кислоты и др.). Незрелые финики погружались на некоторое время в растворы этих веществ или обрабатывались их парами. Многие из испытанных веществ проявляли стимулирующее действие, но практического применения они не получили. В 1912 г. в печати были описаны опыты

(Сиверс и Трю), показавшие, что в качестве стимуляторов созревания плодов могут быть использованы газы, выделяемые керосиновыми печами, моторами автомобилей, и что вообще газы, образующиеся при неполном сгорании, ускоряют пожелтение лимонов. Новые средства стимуляции стали применяться для ускорения созревания лимонов, апельсинов и бананов. Двенадцать лет спустя исследованиями Денни было показано, что стимулирующее действие газов неполного сгорания обусловливается присутствием в них непредельных углеводородов типа этилена. На этом основании Денни рекомендовал использовать этилен для ускорения процесса пожелтения лимонов. Большая работа по испытанию этилена как стимулятора созревания плодов была проведена профессором Миннесотского университета Гарвеем.

В Советском Союзе первые опыты по ускорению созревания плодов при помощи этилена были проведены в 1927 г. В. М. Козловым на Сухумской сельскохозяйственной опытной станции. Экспериментируя с плодами помидоров, мандаринов и хурмы, В. М. Козлов отметил, что в присутствии этилена созревание этих плодов идет значительно быстрее. Подобный же результат В. М. Козлов получил в 1928 г. в своих опытах с апельсинами, яблоками и бананами. Вслед за этим опыты по применению этилена как стимулятора созревания были проведены рядом научно-исследовательских учреждений Москвы и Ленинграда. Наряду с чистым этиленом в этих опытах с успехом применялся так называемый этиленовый концентрат (смесь газообразных продуктов переработки нефти), в котором содержалось 53% активных газов (35% этилена и 18% родственного ему газа пропилена).

В 1933—1934 гг. нами были проведены производственные опыты по ускорению созревания помидоров в подсобном хозяйстве Горьковского сельскохозяйственного института. Плоды обрабатывались чистым этиленом, полученным путем дегидратации этилового спирта. Опыты показали, что, находясь под влиянием этилена, закончившие рост помидоры достигают полной зрелости в два раза быстрее, чем при тех же условиях, но без этилена.

В 1936 г. в печати появилось сообщение об ускорении созревания плодов при помощи

газообразного углеводорода дивинила ($\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$), образующегося в качестве промежуточного продукта при выработке каучука из этилового спирта. Однако использованию дивинила помешало то, что этот стимулятор уступал по своей эффективности этилену и обладал неприятным запахом, передававшимся плодам.

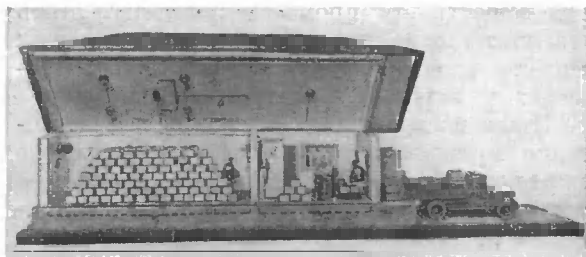
С целью выявления новых стимуляторов послеуборочного созревания испытывались и другие химические соединения, однако ни одно из них не оказалось эффективнее этилена.

Интересный способ ускорения созревания помидоров был предложен в 1937 г. С. В. Солдатенковым и М. Г. Кубли. Авторы предложили выдерживать плоды в атмосфере с повышенным содержанием кислорода (до 80% против обычного 21%). Плоды помидоров достигали при этих условиях полной зрелости значительно быстрее, чем при обычном содержании кислорода в воздухе. Однако широкому применению этого метода препятствовало то, что он требует большого расхода сжатого кислорода и едкого кали, идущего на связывание выделяющегося при дыхании плодов углекислого газа.

В 1944 г. выявилась еще одна возможность ускорения созревания некоторых плодов. Имеются в виду опыты, где в качестве стимулирующего агента испытывались растворы 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (Митчел и Марс). Для опытов брались незрелые, но вполне сформировавшиеся яблоки, груши, бананы, помидоры, перец и сливы.

Плоды, смоченные раствором 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты, становились зрелыми по истечении следующих сроков, считая с момента обработки: бананы — 3—8 суток, яблоки — 14 суток, груши — 8—10 суток. Плоды контрольных вариантов по истечении этих сроков оставались еще незрелыми. На плоды помидоров, перца и слив обработка не оказывала стимулирующего действия.

Сопоставление различных средств ускорения послеуборочного созревания плодов показало, что наиболее эффективен из них этилен. Обработка плодов этиленом легко осуществима в крупных масштабах, позволяет значительно ускорить процесс созревания и получать продукцию высокого качества.



Внутренний вид этиленовой камеры с электрообогревом (макет). 1 — отделение для газапити; 2 — экспедиционное отделение; 3 — тамбурный вход; 4 — газопроводная трубка; 5 — вентилятор-газоесмеситель; 6 — вытяжной вентилятор; 7 — ящики с плодами

Физиологические основы стимуляции созревания плодов. Жизненный цикл сочного плода складывается из двух основных этапов: первый — с момента завязывания плода до окончания его роста, а второй — с прекращения ростовых процессов до полного созревания плода. На первом этапе в плодах (в формирующихся семенах и в мясистом околоплоднике) преобладают процессы синтеза, связанные с ростом клеток, увеличением массы живого вещества и накоплением сложных соединений в виде запаса (крахмал, белки, жиры). Исходным материалом для этих превращений служат сравнительно простые питательные вещества (сахар и др.), притекающие в плод из материнского растения. Второй этап в жизни плода начинается вслед за окончанием формирования семян и появлением у них твердых оболочек. Жизнедеятельность семян на втором этапе постепенно ослабевает, и они переходят в состояние покоя.

При переходе плода от первого этапа ко второму характер обмена веществ в околоплоднике резко изменяется: процессы синтеза ослабевают, а процессы распада резко усиливаются. Это находит свое выражение в том, что зеленый пигмент — хлорофилл — разрушается, крахмал переходит в сахар, нерастворимый протопектин, связывающий отдельные клетки в плотные ткани, растворяется, клетки обособляются одна от другой и околоплодник размягчается. Некоторые процессы синтеза, например образование эфирных масел и ярко окрашенных пигментов, происходят в околоплоднике во время его созревания с повышенной интенсивностью. Однако в общем балансе превраще-

ния веществ эти процессы занимают лишь незначительное место. Приток питательных веществ в созревающий плод резко ослабевает и затем полностью прекращается.

Наши исследования показали, что ослабление процессов синтеза в околоплоднике при окончании его роста находится в тесной связи с обеднением околоплодника ауксинами. Ауксины служат существенным фактором синтетической деятельности клеток. Эти вещества образуются в семенах и поступают из последних в мясистые части плода. Как только рост семян останавливается и они покрываются твердыми оболочками, выделение из семян ауксинов в околоплодник прекращается, и синтетическая деятельность околоплодника ослабевает.

Для созревания плодов большое значение имеет образование в клетках околоплодника газа этилена. С целью выяснения физиологического значения этого факта мы провели исследования на самых разнообразных плодах. Оказалось, что, пока плоды растут, интенсивность образования этилена весьма незначительна, с окончанием же роста плодов продукция этилена усиливается. Сильнее всего этилен образуется в плодах в период их интенсивного окрашивания и начала размягчения околоплодника; вслед за этим продукция этилена в плодах постепенно затухает. Накапливаясь в плодах, этилен усиливает в них биохимические превращения. С повышением содержания этого газа интенсивность превращения веществ возрастает. Показателем такого усиления обмена веществ служит временный подъем процесса дыхания, наблюдающийся в период максимального содержания в плодах этилена. Другим показателем действия этилена на биохимические превращения служит то, что зеленые плоды поспевают значительно быстрее, если они положены попеременно с плодами, уже находящимися на этапе созревания. Это происходит потому, что на зеленые плоды действует этилен, выделяемый созревающими плодами.

Скороспелость плодов тесно связана с динамикой образования в них этилена: чем раньше у плодов наступает максимум образования этилена, тем более скороспелыми оказываются плоды. В условиях подмосковья у скороспелого сорта «Коричное полосатое»

этот максимум наблюдается в начале сентября, а у позднеспелой «Антоновки обыкновенной» — на два месяца позже.

В плодах различных видов максимальное содержание этилена неодинаково. Так, например, в помидорах и дынях оно выше, чем в апельсинах и лимонах, но ниже, чем в яблонях и грушах.

Установление физиологической роли этилена при нормальном созревании плодов позволило глубже понять те процессы, которые происходят в плодах при обработке их этиленом, и уточнить технику этой обработки. Концентрации этилена, применяемые при обработке плодов этим газом, оказалось целесообразным привести в соответствие с содержанием этилена в плодах, достигающих зрелости без обработки. Выявилась следующая закономерность: чем более высокого уровня достигает естественное содержание этилена, тем выше должна быть и концентрация этилена при ускорении созревания плодов. Наиболее подходящими оказались такие концентрации, при которых в плодах создается приблизительно такое же содержание этого газа, как и во время максимальной продукции его в нормально созревающих плодах.

По мере созревания плодов действие этилена и других стимуляторов, вводимых в плоды извне, постепенно ослабевает. Это происходит потому, что постепенно возрастает роль этилена, который образуется в самих плодах. С наступлением периода наиболее сильного образования этого газа необходимость обработки плодов этиленом полностью отпадает. Это наступает в тот период, когда происходит интенсивное окрашивание плодов и начинается размягчение околоплодника. Окончательное вызревание происходит с одинаковым успехом как при обработке этиленом, так и без этой обработки.

Образующийся в плодах этилен представляет собой одно из необходимых условий процесса созревания, он способствует ослаблению процессов синтеза и усилению характерных для созревания процессов распада.

В связи с этим возникает вопрос: можно ли поставить знак равенства между ролью этилена при естественном созревании плодов и действием этого газа при искусственном ускорении процесса созревания? Хотя при искусственном созревании в плодах создается



1



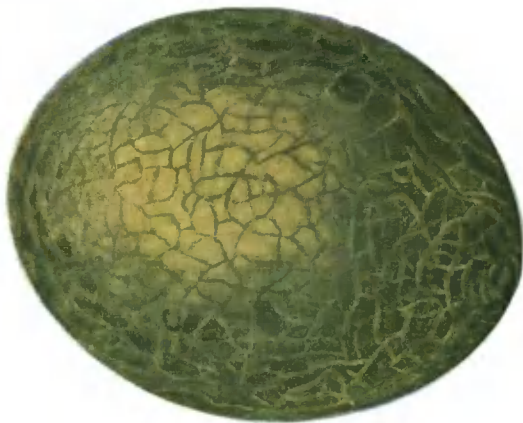
2



3



4



5



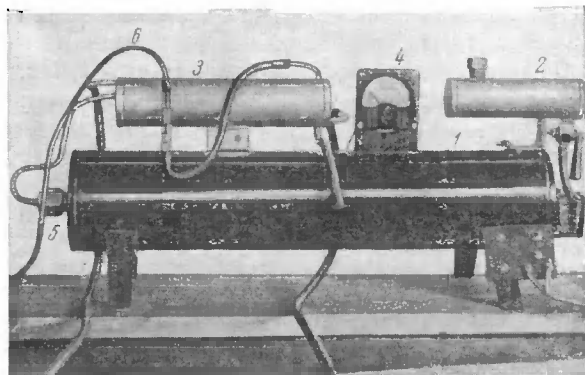
6

1 — плод помидора (сорт «Эльза Крейг») до обработки этиленом; 2 — тот же плод после обработки этиленом; 3 — плод лимона (сорт «Новоафонский») до обработки этиленом; 4 — тот же плод после обработки этиленом; 5 — плод дыни (сорт «Зимовка сетчатая») до обработки этиленом; 6 — тот же плод после обработки этиленом

приблизительно такое же содержание этилена, как в период максимального образования этого газа при естественном созревании, тем не менее на поставленный вопрос следует дать отрицательный ответ. Дело в том, что в незрелых плодах создается такая высокая концентрация этилена, какой никогда не бывает на этой стадии созревания плодов в естественной обстановке. Применяемые дозы этилена — это не требуемое плодами условие их жизнедеятельности, а чуждый плодам фактор воздействия. Принципиально такими же факторами воздействия являются и все прочие химические вещества и физические агенты, способные стимулировать созревание плодов. Все стимулирующие воздействия приводят к нарушению обмена веществ. Однако это вовсе не означает, что отмечающиеся нарушения приводят к ухудшению качества плодов. Во-первых, эти нарушения оказываются незначительными и, во-вторых, они в большинстве случаев носят временный характер. Преимущество этилена перед большинством других стимулирующих средств состоит в том, что это высокоактивный стимулятор, позволяющий быстро получать зрелые плоды, не придавая им каких-нибудь отрицательных свойств.

Между созреванием плодов на растении и созревaniem их после уборки нет никакой принципиальной разницы. В обоих случаях в плодах происходит одинаково направленная перестройка органических соединений, накопившихся в плодах в период их роста. Если незрелые плоды были убраны после того, как в них уже создан необходимый запас органических веществ, то, будучи доведены (при соответствующих условиях) до полной зрелости в лёжке или при обработке этиленом, они по своим качествам не уступают плодам, созревшим на растении. Однако есть и такие плоды, по отношению к которым это правило неприменимо. Сюда относятся, например, арбузы и виноград. В эти плоды поступает довольно много сахара из растений и в период созревания. Если такие плоды убрать недозрелыми, то они так и останутся недостаточно сахаристыми.

Этилен, его свойства и получение. Этилен C_2H_4 представляет собой бесцветный газ с характерным запахом. Горит этот газ желтым пламенем. По удельному весу и скорости диффузии он приближается к воз-



Аппарат для получения этилена. 1 — электрическая печь; 2 — спиртовой бачок; 3 — холодильник; 4 — прибор, показывающий температуру нагрева печи; 5 — катализаторная трубка; 6 — газоотводная трубка

духу. Благодаря этим свойствам этилен, введенный в помещение (камеру) с плодами, равномерно распределяется в воздухе помещения и хорошо проникает в плоды. Но, вместе с тем, этилен рассеивается не так быстро, как более легкие газы. Поэтому камеры, в которых плоды подвергаются действию этилена, нет надобности делать абсолютно герметичными.

Этилен образуется при сухой перегонке дерева, торфа, угля, нефти и других органических веществ. Он присутствует в светильном газе, выхлопных газах моторов, табачном дыме и вообще в газах, возникающих при неполном сгорании.

В химической промышленности этилен находит широкое использование. Как в заводской практике, так и в лабораторных условиях этилен добывают главным образом путем каталитического разложения винного спирта на этилен и воду.

Для получения этилена непосредственно в колхозах и совхозах, занимающихся ускорением созревания плодов, применяется специальный этиленовый аппарат РА-20 конструкции Ю. В. Ракитина и Г. О. Алексеенко. Этот аппарат, помещающийся на небольшом столе, легко может быть пущен в ход в любом хозяйстве, располагающем обычной осветительной электросетью. Он включается в сеть так же, как и обыкновенные электронагревательные приборы, без применения каких-либо дополнительных приспособлений.

Исходным веществом, необходимым для выработки этилена при помощи аппарата РА-20, служит винный спирт (ректификат, сырец, денатурат, обыкновенная водка). Действие аппарата основано на принципе контактного расщепления спирта на этилен и воду. Реакция идет при температуре около 450°. Катализатором служит особым образом обработанная шамотная глина.

Из 1 л 96°-ного спирта получается около 350 л этилена. Такого количества газа вполне достаточно для обработки 5 т помидоров или 10 т цитрусовых плодов. В течение одной минуты аппарат дает 3—3,5 л газа. Из этиленового аппарата газ может быть направлен в газовый баллон или непосредственно в помещение с плодами.

В концентрации, применяемой для обработки плодов, этилен совершенно безвреден для здоровья человека.

Кроме того, необходимо иметь в виду то уже отмеченное обстоятельство, что этилен является продуктом нормальной жизнедеятельности плодов. По содержанию этилена плоды, быстро доведенные до полной зрелости в этиленовой камере, несколько не отличаются от плодов, достигающих зрелости на растении или при обычном хранении.

Этиленовая камера. Сооружение этиленовой камеры должно производиться с учетом необходимых требований. Камера должна хорошо удерживать введенный в нее этилен. Однако, как уже говорилось выше, нет никакой надобности добиваться того, чтобы камера была совершенно газонепроницаемой. В камере, построенной из трехслойной фанеры, при условии оклейки полосками бумаги в два слоя всех мест стыка фанеры, созревание плодов идет с такой же скоростью, как и в камере, полностью предохраненной от утечек этилена.

Температура камеры должна поддерживаться на уровне около 20°. Если температура наружного воздуха падает ниже этого уровня, то в камере необходимо оборудовать ту или иную систему обогрева (печи, водяное отопление, электронагреватели). При печном обогреве желательно, чтобы топки печей были наружные.

Камера должна быть сухой и легко проветриваемой. В ней целесообразно устроить вентиляционные приспособления: вытяжные трубы, воздушные люки, венти-

ляторы. Все эти приспособления необходимо снабдить плотными крышками. Камера должна иметь тамбурный вход с плотными дверями.

Света для созревания плодов не требуется; он нужен только для того, чтобы удобно было производить все необходимые работы. При наличии электроосвещения окна в камере не нужны. Камеру сооружают из обычных строительных материалов — камня, кирпича, бетона, дерева. Потолок и стены камеры целесообразно покрывать штукатуркой.

Проектируя размеры камеры, необходимо иметь в виду, что загрузку производят из расчета 50—100 кг плодов на 1 м³ помещения. Отсюда следует, что в камеру на 100 м³ (длиной 8 м, шириной 5 м и высотой 2,5 м) можно загрузить 5—10 т плодов.

Для этиленового аппарата необходимо сделать небольшую пристройку или отвести место в дверном тамбуре. Через стенку камеры (поблизости от аппарата) пропускают металлическую или резиновую трубку, предназначенную для введения этилена. Внутри камеры эту трубку отгибают кверху, укрепляют на стене и затем прокладывают по потолку. Выходной конец трубки располагают посередине потолка (в центральной части камеры) и направляют вниз.

В камере должен находиться психрометр, позволяющий следить за температурой и относительной влажностью воздуха. Этот прибор удобно укрепить в камере перед небольшим окошком (с двойным остеклением), устройство которого следует предусмотреть в стене, примыкающей к тамбуру. В этом случае можно следить за показаниями психрометра, не входя в камеру.

Под этиленовую камеру может быть приспособлено любое помещение типа склада, избы, жилой комнаты. Особое внимание при этом следует обратить на уменьшение возможности утечки этилена (заделку щелей, промазку окон, уплотнение дверей). Мелкие щели в стенах и потолке можно ликвидировать, оклеивая их полосками бумаги в два слоя.

Этиленовую камеру уменьшенных размеров можно сделать в виде шкафа. Ее можно собрать также из парниковых рам. Как в больших, так и в малых камерах плоды размещают на многоярусных стеллажах (полках). Для лучшей циркуляции этилена

и воздуха стеллажи делают не сплошными, а решетчатыми. На стеллажах плоды укладывают в 1—2 слоя.

Какие плоды следует подвергать обработке. Для обработки этиленом желательно брать плоды не раньше того, как они закончат рост и начнут обнаруживать характерные изменения в своей окраске. У помидоров, например, признаком готовности к обработке служит переход темнозеленой окраски в бледнозеленую. У апельсинов такой момент наступает при первых признаках появления желтой окраски. Обработке этиленом, разумеется, можно подвергать и те плоды, которые уже несколько продвинулись вперед в своем созревании.

Плоды с механическими повреждениями (ушибы, ссадины, царапины, наколы), а равно и с признаками заболеваний, для обработки этиленом брать не следует, так как такие плоды легко гнивают. Если плоды попали под дождь или покрылись росой, то их не следует загружать в камеру, пока они не обсохнут. Не следует обрабатывать этиленом и плоды, которые подвергались действию заморозков: подмороженные плоды не созревают и быстро портятся.

Необходимо помнить, что на плоды плохо действуют не только отрицательные температуры; отмечено, что если плоды некоторое время находились при температуре в интервале от 0 до 10°, то это резко замедляет их последующее созревание и они начинают портиться. Чем ниже была температура, при которой находились незрелые плоды, и чем продолжительнее был период ее воздействия, тем в большей мере сказывается замедление созревания и тем значительнее порча плодов. Эти нежелательные изменения, вызываемые действием пониженной температуры, можно рассматривать как результат своеобразной «простуды» плодов. При пониженной температуре в плодах происходит настолько сильное нарушение обмена веществ, что затем плоды уже не приходят к норме.

Чтобы предотвратить отрицательное влияние заморозков и пониженной положительной температуры, незрелые плоды следует убирать до наступления осенних похолоданий. До загрузки в этиленовую камеру их необходимо хранить при температуре не ниже +12°. На таком же уровне

должна поддерживаться температура и при длительной перевозке незрелых плодов.

Условия ускорения созревания. Одним из основных условий обработки плодов этиленом является концентрация этого газа, создаваемая в камере с плодами. Опыт показывает, что при недостаточном содержании этилена в воздухе недостаточным оказывается и ускорение созревания плодов. Нежелательной нужно считать и слишком высокую концентрацию этилена, так как в этом случае в плодах происходит очень сильное нарушение биохимических процессов, что приводит к снижению их качества.

Рекомендуются следующие концентрации этилена: для citrusовых, персиков и абрикосов — 1 : 5000 (1 объем этилена на 5000 объемов воздуха); для помидоров, дыни, хурмы, сливы и ананасов — 1 : 2000; для яблок, груш, айвы и бананов — 1 : 1000. Обработку плодов целесообразно продолжать только до тех пор, пока у них не обнаружатся характерные изменения. Так, например, обработку помидоров можно прекращать с появлением у них розовой окраски, апельсинов — бледнооранжевой, а дынь и хурмы — с началом их размягчения. После этого плоды можно либо вынести из камеры, либо оставить в ней, но следует прекратить введение газа.

Обработку плодов этиленом рекомендуется проводить при температуре 18—22°. При более низкой температуре плоды созревают не так быстро, а при более высокой — их качество снижается.

Этиленовую камеру не следует перегружать плодами. При завышенной загрузке в камере возникает избыток углекислоты и недостаток кислорода, что приводит к замедлению процесса созревания. Загрузка должна быть такой, чтобы в результате дыхания плодов газовый состав атмосферы не изменялся слишком сильно. В расчете на 1 м³ объема камеры плоды можно загружать в следующих количествах: помидоры, персики, абрикосы, мандарины, ананасы — 50 кг; дыни, апельсины, лимоны, сливы — 75 кг; хурму, яблоки, груши, айву, бананы — 100 кг.

Камеру необходимо ежедневно проветривать. В связи с этим в камеру вводят каждый раз новую порцию этилена.

В этиленовой камере всегда нужно под-

держивать необходимую влажность воздуха. При слишком низкой влажности плоды испаряют много воды, увядают и сморщиваются, а при очень высокой — наблюдается усиленное загнивание. Влажность воздуха в камере в среднем должна быть около 85%. Если влажность значительно превышает этот уровень, необходимо часть плодов вынести из камеры. Если же влажность оказывается слишком низкой, то в камере подвешивают смоченную водой мешковину.

Газация. Этилен вводят в камеру по окончании загрузки плодов; двери и все вентиляционные приспособления перед газацией должны быть плотно закрыты. Температуру камеры необходимо довести к началу газации до нужного уровня. Если, например, ускоряют созревание помидоров, то этилен вводят в камеру из расчета 0,5 л на 1 м³ внутреннего объема помещения, не считая объема плодов. В камеру на 100 м³, вмещающую 5 т плодов, вводят 50 л газа. При этом в камере создается необходимая концентрация этилена 1 : 2000. Газ можно вводить в камеру двумя способами: из газовых баллонов или непосредственно из этиленового аппарата. Из баллона газ переводят посредством вытеснения его водой. Подачу этилена в камеру непосредственно из аппарата целесообразно производить при условии, когда объем камеры достаточно велик. Этилен дозируют при этом количеством спирта, заливаемого в аппарат. Чтобы получить 1 л этилена, необходимо израсходовать 3 см³ спирта. Отсюда следует, что для получения 50 л газа в аппарат необходимо залить 150 см³ спирта.

Этилен вводят по одному разу в сутки в течение всего периода созревания плодов; перед каждой очередной газацией этиленовую камеру проветривают. Этилен желателно вводить в камеру всегда в одно и то же время суток.

Плоды можно выгружать из камеры по мере их созревания, причем на освобожденное место сейчас же помещают незрелые плоды. При таком порядке работы камера оказывается постоянно загруженной, и этилен вводят в нее ежедневно на протяжении всего сезона.

Выгрузку плодов, достигших нужной степени зрелости, и загрузку на освобождающееся место новых производят во время проветривания камеры. Зеленые сформировавшиеся помидоры созревают при обработке этиленом за 5—6 суток, а при тех же условиях, но без этилена, за 10—12 суток.

Этилен сильно ускоряет процесс созревания и других плодов. Так, например, закончившие рост дыни, апельсины и лимоны, убранные еще зелеными, созревают в присутствии этилена за 4—5 суток, а в тех же условиях, но без обработки этим газом, только за 20—25 суток. Очень твердые и сильно терпкие плоды хурмы, подвергнутые действию этилена, теряют свою терпкость, становятся ярко окрашенными и приобретают желеобразную консистенцию на протяжении двух-трех суток (в тех же условиях, но без этилена, плоды хурмы созревают только через 20—30 дней).

Ускорение созревания плодов на растении. Наряду с описанными методами, есть и способы, позволяющие ускорить созревание плодов непосредственно на материнском растении.

Интересный в этом отношении способ ускорения созревания помидоров был предложен ленинградскими физиологами С. В. Солдатенковым и М. Г. Кубли (1934). Ускорение процесса созревания достигалось ими путем введения в плоды вдвое разбавленного водой 96°-ного винного спирта. Инъекция производилась обыкновенным медицинским шприцем из расчета 0,5 см³ раствора на 100 г веса плода. Конец иглы шприца вводился при этом в центральную часть плода. При этом плоды помидоров, в зависимости от исходного их состояния, созревали на 8—16 дней раньше обычного срока. Инъекция давала хорошие результаты как на плодах, уже закончивших рост, так и на плодах, еще не достигших окончательных размеров.

Способ инъекции испытывался и в наших опытах, поставленных в 1935—1936 гг. с плодами помидоров, дынь и хурмы. Опыты с помидорами проводились в Институте физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР, с дынями — на Быковской бахчевой опытной станции, в Сталинградской области, и с хурмой — в Батумском ботаническом саду. Опыты ставились на следующих сортах растений: помидоры Пьеретта, Спаркс Эрлиана; хурма Иемон, Дай-Дай, Тсуру; дыня Зимовка, Бирючикутская. Плоды помидоров брались для опыта на разных стадиях разви-

тия, а хурмы и дыни — по окончании их роста.

В опытах с помидорами наилучшие результаты в смысле ускорения созревания и качества плодов были получены при введении вдвое разбавленного спирта и 40°-ной водки, а в опытах с хурмой и дынями — при введении вчетверо разбавленного спирта и вдвое разбавленной водки. Спирт и водка давали одинаковые результаты. Обработанные так плоды помидоров, в зависимости от первоначального их состояния, созревали через 7—14 суток а контрольные — соответственно через 15—25 суток. Обработанная хурма созревала на 4—6-е сутки, а необработанная — только на 20—30-е сутки. Дыни достигали полной зрелости через 5—8 суток. Плоды, ускоренно созревшие под влиянием спирта и водки, были хорошего качества. К сожалению, этот способ очень трудоемок и потому не осуществим в крупных масштабах.

Для получения зрелых плодов помидоров в более ранние сроки можно применить еще и другой способ, рекомендованный нами (Ю. В. Ракитин и А. В. Крылов) в 1946 г. Этот способ основан на использовании стимулирующего действия органических соединений, получивших наименование стимуляторов роста. Сопоставляя действие ряда стимуляторов этого типа, мы пришли к тому выводу, что наиболее подходящим веществом служит натриевая соль 2,4,5-трихлорфеноксипусусной кислоты, сокращенно называемая препаратом ТУ. Этот стимулятор применяется в виде водного раствора. Обработка состоит в том, что цветочные кисти помидоров опрыскивают при помощи пульверизатора 0,005%-ным раствором препарата. Обработку следует производить в тот момент, когда на кистях раскроется основная масса бутонов. Кисти опрыскивают по мере их появления и так, чтобы цветки оказались покрытыми мелкими капельками раствора. Действие стимулятора обнаруживается через 5—7 дней после обработки. Оно выражается в прекращении опадения цветков и в более интенсивном росте завязей. Из обработанных цветков вырастают малосемянные и совершенно бессемянные плоды, отличаю-

щиеся более крупными размерами и более ранним созреванием. Препарат ТУ существенно повышает урожай плодов и на 7—10 дней ускоряет их созревание; он с успехом применяется на культуре помидоров во многих овощных хозяйствах, на коллективных и индивидуальных огородах.

В заключение укажем на результаты наших (Ю. В. Ракитин, Л. М. Критская-Крюкова¹) опытов, в которых достигалось ускорение созревания плодов яблонь, груш, персиков и абрикосов. Опыты проводились в Подмоскowie и в Крыму. Деревья опрыскивались растворами различных химических препаратов. Благоприятные результаты были получены при употреблении 0,025—0,05%-ного раствора калиевой соли альфа-нафтилуксусной кислоты (препарат КАНУ) и при следующих сроках обработки: яблони и груши в Крыму — в первую декаду июля, а в Подмоскowie — в первую и вторую декады этого месяца, персики и абрикосы — в третью декаду июня и в первую декаду июля. На обработанных деревьях плоды созревали на 7—10 дней раньше, чем на необработанных. Зрелые плоды деревьев, подвергшихся опрыскиванию, имели более яркую окраску, чем такие же плоды других деревьев.

Обработка деревьев оказалась эффективной еще по двум показателям: она существенно (на 20—30%) снижала предуборочное опадение плодов, соответственно повышая выход товарной продукции, и задерживала распускание у деревьев цветочных почек (весной следующего года) на 6—12 дней, что уменьшало опасность гибели цветков от поздних весенних заморозков.

При ранних сроках обработки 0,025%-ный раствор препарата КАНУ давал такие же результаты, как 0,05%-ный раствор в поздние сроки.

В разработке приемов ускорения созревания плодов наука имеет существенные достижения. Задача состоит в том, чтобы одни приемы скорее довести до широкого практического использования, а другие — подвергнуть дальнейшей экспериментальной проверке.

¹ См. «Природа», 1953, № 4, стр. 104.

ВАЖНЕЙШИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВЕТСКОЙ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

(К ИТОГАМ ВСЕСОЮЗНОГО ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ)

Профессор Т. Г. Сарычева



Палеонтология, наука об истории развития органического мира геологического прошлого, занимает особое место среди других биологических дисциплин. Она в отличие от последних совершенно лишена возможности наблюдать свои объекты в живом виде и имеет дело лишь с окаменелыми остатками когда-то живших организмов. О среде жизни этих вымерших организмов палеонтолог судит тоже только по окаменелым ее следам — по осадочным породам, в которых заключены ископаемые, и по приспособительным к условиям существования особенностям строения организмов, которые сохранились на их ископаемых остатках. Наряду с этим, у палеонтологии имеются и преимущества перед науками, изучающими современные организмы, — все объекты ее исследования расположены в пластах земной коры последовательно во времени, что делает палеонтологические остатки подлинными документами истории органической жизни на земле, начиная с очень древних ступеней ее развития и кончая эпохой, непосредственно предшествовавшей современности.

Для того чтобы правильно понять и прочитать эти документы, палеонтолог должен быть вооружен как всеми знаниями, необходимыми биологу, так и умением понимать закономерности геологической истории земной коры, что является предметом науки геологии. Движение вперед в каждой из

этих наук немыслимо без одновременного развития другой. Без большого развития геологических исследований, вызванных потребностями практики, и палеонтология не имела бы достаточного материала для своих исследований и не могла бы достичь своего современного уровня. В свою очередь, и понимание геологической истории земли не могло быть достаточно полным без освещения ее историей развития органического мира.

Одновременно палеонтолог не может отрываться от биологических наук, занимающихся изучением современного животного и растительного мира. Организмы геологического прошлого, известные нам сейчас только в виде окаменелостей, входящих нередко в качестве породообразующего элемента в состав осадочных горных пород, развивались в свое время как живые существа, подчиняясь закономерностям развития живой породы. Основные положения творческого дарвинизма о единстве организмов с условиями их существования полностью подтверждаются, если проследить закономерности развития жизни в геологическом прошлом.

Разработка больших теоретических вопросов биологии на ископаемом материале — задача сегодняшнего дня. Вместе с тем, неуклонное расширение геологических работ и их все большая детализация требуют не только значительного увеличения исследо-

ваний по палеонтологии, но и повышения их теоретического уровня.

Все эти актуальнейшие задачи, в числе других, были обсуждены на Всесоюзном палеонтологическом совещании, созванном в январе текущего года. Совещанию предшествовала широкая дискуссия, развернувшаяся в основном на страницах «Известий Академии наук СССР, серия биологическая» в 1952—1953 гг.

Совещание привлекло внимание широких кругов научной общественности. В нем приняло участие около 500 человек, представителей 111 учреждений разных ведомств — Академии наук СССР и ее филиалов, академий наук союзных республик, министерств геологии и охраны недр СССР, нефтяной промышленности, угольной промышленности, высших учебных заведений — университетов, геолого-разведочных, горных и педагогических институтов и др.

Участники совещания обсудили два доклада: члена-корреспондента Академии наук СССР Ю. А. Орлова — «Задачи советской палеонтологии» и действительного члена Академии наук Грузинской ССР Л. Ш. Давиташвили — «Наши задачи в области теоретических основ палеонтологии».

В своем докладе Ю. А. Орлов отметил большие достижения советской палеонтологии во всех ее отраслях. Прежде всего, увеличился общий объем палеонтологических работ, изучением охвачены почти все группы ископаемых всех геологических возрастов — от докембрия до четвертичных отложений. Исследования ископаемых объектов стали более углубленными и всесторонними. Все более широко разворачиваются работы в области построения филогенетической системы разных групп, с выявлением связи между возрастным изменением каждой особи и историческим развитием данной группы, а также с морфо-функциональным анализом особенностей строения рассматриваемых форм. Большое распространение получают палеоэкологические исследования, охватывающие весь комплекс организмов того или иного ископаемого бассейна. Эти исследования восстанавливают последовательный ход геологической истории и выявляют закономерности изменения организмов, связанные с изменением условий их существования. Подобные биолого-геологические исследования закономерностей захоронения остатков

организмов выделились в новую отрасль знания — тафономию. Освещая условия жизни и захоронения ископаемых организмов, тафономия способствует выяснению закономерностей отложения осадков.

Все эти достижения советской палеонтологии обогатили биологическую науку новыми данными по истории развития органического мира прошлого и обусловленности этого развития ходом геологической истории земной коры. Одновременно эти работы позволили создать палеонтологическую базу для стратиграфии и геохронологии ряда ранее не изученных областей Союза и значительно детализировать прежние стратиграфические схемы.

Докладчик отметил и существенные недостатки палеонтологической науки. Главнейшим из них совещание признало отсутствие планомерной систематической разработки важных проблем творческого дарвинизма, необходимых для поднятия теоретического уровня палеонтологических исследований и тем более полного удовлетворения требований народного хозяйства. Существенно отстают еще темпы развертывания палеонтологических исследований от быстрого расширения геолого-съёмочных работ, которые должны опираться на солидные палеонтолого-стратиграфические данные. Плохо координируются палеонтологические исследования разных ведомств, что ведет к распылению научных сил. Мешает развитию палеонтологии все еще слабая связь с работами в смежных областях знания (геология, океанология, зоология, ботаника и др.), совершенно обязательная при постановке более широких и всесторонних исследований. Мало развита принципиальная критика и творческое обсуждение важнейших проблем палеонтологии. Недостаточно внимания уделяется научно-популяризаторской деятельности, хотя палеонтология дает особенно благодарный материал для пропаганды материалистического миропонимания.

Среди основных задач, стоящих перед советской палеонтологией, по мнению Ю. А. Орлова, в первую очередь необходимо разрабатывать теоретические основы систематики. При всех палеонтологических и биостратиграфических исследованиях палеонтологу прежде всего нужна точная система организмов, построенная в соответствии с диалектико-материалистическим пониманием зако-

номерностей развития органического мира. В работах по филогенетической систематике возникает необходимость выявлять не только пути исторического развития организмов, но и закономерности, управляющие этим процессом. Это приводит палеонтологов к разработке другой важнейшей биологической проблемы — проблемы единства организма и условий его существования. Исследования в этом направлении имеют огромное значение и для биологической теории, и для геологической практики. Палеонтология может и должна добыть документальные данные об общем ходе образования форм органического мира на всем протяжении геологического времени. Ставя шире комплексные работы, одновременно изучающие и развитие геологических процессов на данной обширной территории, и смену комплексов организмов, ее населявших, а также характер изменений в строении отдельных групп форм, входящих в состав этих комплексов, палеонтолог может восстановить весь ход исторического процесса и выявить причины и закономерности, управлявшие им на протяжении многих сотен миллионов лет развития жизни на Земле.

Докладчик призывал к расширению работ по отдельным специализированным ветвям палеонтологической науки, таким как тафономия, разработанная пока только для позвоночных животных, палеоневрология, палеонистология, палеопатология, палеофизиология и др.

Действительный член Академии наук Грузинской ССР Л. Ш. Давиташвили свой доклад посвятил более подробному освещению роли палеонтологии в разработке ряда больших биологических проблем. Изучая, например, историю развития ископаемых форм, палеонтолог может наблюдать не только вообще изменчивость организмов, но и направленность этой изменчивости, ее связь с определенными изменениями условий существования. Палеонтология может также дать убедительные доказательства значения естественного отбора как творческого фактора филогенетического развития организмов, что, как известно, некоторыми биологами в последнее время ставится под сомнение. В истории органического мира известны факты, свидетельствующие о том, что изменение некоторых биологических условий, например солености воды в бассейне, имело

решающее значение для вымирания одних форм и выживания других. Все это позволяет палеонтологам принять активное участие в разработке проблемы видообразования.

Л. Ш. Давиташвили, так же как и Ю. А. Орлов, придает большое значение исследованиям в области филогенетической систематики. Это стоит в тесной связи с задачами в области изучения закономерностей филогенетического развития органического мира, темпов этого развития, отношения между историческим развитием форм (филогенезом) и развитием каждой особи с возрастом (онтогенезом). Советские палеонтологи не могут остаться равнодушными к попыткам некоторых биологов отрицать наличие повторения признаков предков в начальных стадиях развития особи потомков, так как на ископаемом материале закономерная связь между онтогенезом и филогенезом часто выступает очень отчетливо. Попрежнему велика актуальность проблемы вымирания видов, всегда стоявшей в центре внимания палеонтологов. Ее разработка должна производиться путем анализа фактического материала в свете диалектического материализма.

Наконец, немаловажной задачей советских палеонтологов Л. Ш. Давиташвили считает усиление работы в области истории науки и разработки философских вопросов палеонтологии, таких как проблема прогрессивной эволюции органического мира или вопроса о скачкообразности в развитии форм живой природы.

Развернувшиеся после докладов прения показали, что среди палеонтологов нет разногласий по основным теоретическим вопросам палеонтологии, а также в оценке современного состояния нашей науки в Советском Союзе и в определении ее задач.

В резолюции совещания было отмечено, что проходившая в печати дискуссия о состоянии и задачах советской палеонтологии привлекла внимание биологов и геологов только к отдельным, хотя и существенным недостаткам, особенно в области разработки теоретических основ палеонтологии. Но дискуссия не отразила во всей полноте состояния советской палеонтологии, а главные теоретические проблемы в большинстве дискуссионных статей были рассмотрены поверхностно.

Совещание единодушно решило, что основной задачей палеонтологии как науки

об историческом развитии органического мира является всестороннее изучение ископаемых растений и животных, а также выяснение закономерностей их эволюции в единстве с условиями жизни. Освещая эти вопросы на основе диалектико-материалистического учения, палеонтологи тем самым активно включаются в разработку важнейших проблем творческого дарвинизма и многих теоретических и практических вопросов геологии (геохронология, биостратиграфия, палеогеография и др.). Познание закономерностей обусловленного средой развития организмов позволит наиболее полно удовлетворить запросы народного хозяйства в отношении детализации геохронологических схем, сопоставления удаленных один от другого геологических разрезов, понимания происхождения осадочных пород и многих связанных с ними полезных ископаемых.

Для того чтобы в возможно короткий срок обеспечить создание палеонтологической базы для геологического картирования и разведки месторождений полезных ископаемых в СССР, совещание выделило в качестве первоочередных задач советской палеонтологии выявление закономерностей филогенетического развития крупных групп ископаемых организмов на всем протяжении их существования и ревизию систематики этих групп в соответствии с принципами мичуринской биологии.

Многие выступавшие на совещании затрагивали основной вопрос филогенетической систематики — возникает ли данная группа организмов из одного корня (монофилетически) или из многих корней (полифилетически). Монофилетическая концепция развития была признана более отвечающей известным палеонтологическим данным. Однако, как это указывалось и в докладе Л. Ш. Давиташвили, нельзя допускать вульгарного толкования монофилии, при котором предполагается, что развитие происходит обязательно только от одной родительской пары особей. Повидимому, изменение усло-

вий существования в данном районе, обусловившее формирование нового вида, влияло одновременно на большое число особей предкового вида. Поэтому изменения в определенном направлении могли появляться сразу у многих особей этого вида. Предпочтение монофилии означает явно отрицательное отношение палеонтологов к возможности повторного появления в истории развития одних и тех же видов в разное время и от разных предковых форм. Среди участников совещания не нашлось сторонников этого мнения, которые захотели бы выступить в его защиту. Зато многими были приведены существенные возражения, основывающиеся преимущественно на данных из практики биостратиграфических работ.

Совещание особо подчеркнуло, что необходимо немедленно приступить к разработке вопросов филогенетической систематики в широком масштабе, начав с составления сводок по палеонтологии с ревизией систематики всех известных в СССР ископаемых флор и фаун.

Принятая совещанием развернутая резолюция о задачах отдельных отраслей и разделов палеонтологии указывает конкретные пути и организационные меры, ведущие к значительному расширению палеонтологических и палеонтолого-стратиграфических работ и повышению их теоретического уровня в соответствии со все возрастающими требованиями народного хозяйства.

Совещание выявило единодушие и сплоченность всего коллектива советских палеонтологов в понимании задач нашей науки, большую заинтересованность со стороны ведущих геологических и биологических учреждений страны во всестороннем расширении палеонтологических исследований. Все это служит верным залогом того, что советские палеонтологи выполнят поставленные перед ними практические задачи и добьются дальнейших успехов в теоретической разработке основных биологических проблем.

ЭНДОКРИНОЛОГИЯ В НОВОЙ РУМЫНИИ

Академик Штефан Милку



Изучение желез внутренней секреции всегда интересовало врачей и биологов нашей родины. Первые работы румынских ученых начали появляться еще в конце XIX века. Примером могут служить труды по акромегалии¹, опубликованные в 1886—1889 гг. неврологом Георге Маринеску.

С начала XX века и до наших дней непрерывные исследования в этой области ведет академик К. И. Пархон. После первой его статьи по эндокринологии, опубликованной в 1901 г., стали появляться многочисленные сообщения его учеников. Исследования в области клинической или экспериментальной эндокринологии проводились также в различных областях медицины и биологии (Д. Даниелополу, Гр. Бенетато и др.). Но до установления народно-демократического строя эти работы велись разрозненно, в лабораториях университетских клиник. Академик К. И. Пархон лично до 1935 г. проводил свои исследования в качестве профессора клиники неврологии и психиатрии, а начиная с этого года — в качестве профессора кафедры эндокринологии, в условиях совершенно недостаточных как с клинической, так и в особенности с экспериментальной стороны.

¹ Усиление внутренней секреции мозгового придатка, гипопфиза, выражающееся в утолщении конечностей.

Положение коренным образом изменилось в 1946 г. с основанием в Бухаресте Института эндокринологии и главным образом с переходом его в Академию наук Румынской Народной Республики в 1950 г. Народно-демократический строй создал исключительно благоприятные условия для организации и развития Института эндокринологии, который является сегодня одним из крупнейших в нашей стране научно-исследовательским учреждением.

Институт имеет отдел со 160 койками и амбулаторией для терапевтического или хирургического лечения больных, отдел физиологии, гормонологии, биохимии и морфологии. В распоряжение исследователей предоставлено свыше 40 лабораторий. Институт имеет свой виварий (помещение для лабораторных животных) и опытное поле для биологических исследований.

Румынская рабочая партия, Правительство, Академия Румынской Народной Республики создали наилучшие условия для развития Института эндокринологии и для направления его деятельности по пути науки, поставленной на службу народа.

Наш коллектив уделял большое внимание выбору предметов исследования и методов их осуществления и главным образом концепциям, на основании которых будет развиваться вся деятельность Института.

Академик К. И. Пархон сразу занял материалистическую позицию в науке; не ограничиваясь в изучении желез внутренней секреции медицинскими проблемами, он распространил исследования на различные области биологии, изучая патологию эндокринной системы в единстве со всем остальным организмом.

В результате деятельности, которая велась в течение больше полувека в области эндокринологии, создалась известная традиция, послужившая исходным пунктом и на новом этапе, который открылся с момента основания института.

Очень много трудов было посвящено академиком К. И. Пархоном и его учениками клиническому или экспериментальному изучению нормальной и патологической физиологии желез внутренней секреции, а также и определению соотношений между различными органами и этими железами. Изучались различные психозы, дерматозы, костные и мускульные болезни, дистрофии при росте, расстройства обмена и т. д. Проведены исследования в области биологии птиц и различных млекопитающих, эмбриогенеза, процесса старения и даже опыты в области растительной биологии.

Было начато изучение возрастной биологии, эндемического зоба, а также различных органов и тканей в связи с деятельностью желез внутренней секреции.

Несмотря на то, что некоторые проблемы изучались Институтом с учетом влияния факторов среды и того, что болезненный процесс разворачивается не только изолированно в отдельной железе, но и во всем организме, все же нам не удалось сразу избавиться от представления об автономности эндокринных явлений. Связь между нервной системой и железами внутренней секреции, являющаяся основной проблемой эндокринологии, не была рассматриваемая нами во всей ее сложности и значительности.

В прошлом наши эндокринологи изучали главным образом действие гормонов и эффект, производимый удалением желез на нервную систему, однако исследования ограничивались подкорковыми центрами или вегетативной нервной системой. Очень мало работ было посвящено действию центральной нервной системы на железы внутренней секреции.

Таково было положение до Объединенной сессии Академии наук и Академии медицинских наук СССР в 1950 г. Работы этой сессии показали в истинном свете огромное значение учения И. П. Павлова о высшей нервной деятельности, о ведущей роли коры головного мозга и нервной системы в организме. Изучение нервной системы открыло широкие перспективы для исследований в области физиологии, психологии, биологии, медицины и естественных наук вообще.

В связи с этим выяснился ряд ошибок в области аналитической, локальной и гуморальной эндокринологии. Критическая переоценка прежних работ и вообще положения, существовавшего в 1950—1951 гг., повела к перелому во взглядах ученых и в деятельности Института эндокринологии.

Труды И. П. Павлова и К. М. Быкова о коре головного мозга и внутренних органах, А. Г. Иванова-Смоленского о патологии высшей нервной деятельности, а также и многие другие исследования, переведенные Научным румыно-советским институтом, помогли нам быстрее осуществить перестройку. Немалое содействие оказали посещения нашей страны советскими деятелями науки, которые своими докладами, беседами и советами помогли нам разрешить целый ряд проблем, выдвинутых концепцией нервизма в эндокринологии.

Не менее плодотворной оказалась состоявшаяся в декабре 1952 г. сессия отдела медицинских наук Академии Румынской Народной Республики, на которой доклады и последовавшие за ними критические обсуждения наметили революционный поворот в развитии медицины нашей родины.

* * *

В своей речи на декабрьской сессии 1952 г. отдела медицинских наук Академии Румынской Народной Республики академик К. И. Пархон подчеркнул необходимость изучения организма как единого целого и учета фундаментальной роли, которую играют центральная нервная система и кора головного мозга в единстве организма и среды.

На этой сессии мы также поддерживали, в свою очередь, ту точку зрения, что игнорирование нервной системы в эндокрин-

ной физиологии и патофизиологии является частым источником заблуждений в области эндокринологии. Это неизбежно ведет к локальному и гуморальному толкованию эндокринного явления. Мы указали, что под влиянием учения Павлова в эндокринологии произошли глубокие преобразования. До Павлова существовала одна физиология, а после него — другая. Это утверждение можно в той же мере отнести и к эндокринологии. На наших глазах создается новая эндокринология, которую мы можем назвать нервической, в отличие от старой эндокринологии — гуморальной.

Новые взгляды на нашу собственную исследовательскую область и новые методы, которые следует применять, дали возможность приступить ко все большему числу правильно ориентированных работ.

В начальном периоде были предприняты исследования, в которых нервная деятельность изменялась такими фармакодинамическими агентами, как бензидрин, хлоралгидрат, люминал. В настоящее время мы стараемся пользоваться методами условных рефлексов и экспериментального невроза.

Для иллюстрации степени внедрения новой ориентации в эндокринологию приведем несколько примеров, предпринятых Институтом эндокринологии клинических и экспериментальных исследований.

Первой проблемой, к изучению которой мы приступили в этот переломный период, была проблема лечения сном заболеваний желез и в особенности гипертрофии щитовидной железы. Применение этого метода дало нам возможность не только благоприятно повлиять на состояние многих больных, но и привело нас к экспериментальным исследованиям патофизиологии сна и действия, оказываемого на него различными гормонами. Исследованиями, предпринятыми академиком К. И. Пархоном и его сотрудниками над больными пожилого возраста, было установлено, что при старении происходит изменение типа нервной системы от сильного к слабому и что лечение гормонами, витаминами и трудовым режимом дает благоприятные результаты. Было также установлено, что при старении неравномерно изменяются некоторые свойства сна — его продолжительность, качество и глубина, — они снижаются.

Другой клинической проблемой, рас-

смотренной под новым углом зрения, была проблема несахарного диабета. Мы допустили как рабочую гипотезу существование диабета, связанного с органическими повреждениями, и диабета невротического, развивающегося путем угнетения возбуждающих секрецию центров задней доли гипофиза. Эта гипотеза дала нам возможность эффективного и быстрого раскрытия клинических форм несахарной полиурии и привела нас к применению определенного лечения. В настоящее время исследования направлены на изучение высшей нервной деятельности, которую мы нашли глубоко нарушенной у этих больных.

Некоторые исследования были посвящены раскрытию функций щитовидной и надпочечной желез при бальнеотерапии иодно-сернистыми водами. Эта проблема была выдвинута в связи с накопившимися бальнеологическими данными; до сих пор не изучалось влияние иодно-сернистых ванн на железы внутренней секреции. Нам удалось показать, что эти ванны стимулируют деятельность щитовидной железы и надпочечников; механизм действия сложен, главную роль в нем играют центральная нервная система и кора головного мозга.

Первые результаты изучения патофизиологии щитовидной железы, в связи с высшей нервной деятельностью, при недоразвитии и переразвитии щитовидной железы указывают на более быструю фиксацию и угасание сосудистых условных рефлексов в первом случае и очень затрудненную фиксацию — во втором.

В настоящее время в Институте производятся исследования в связи с высшей нервной деятельностью под динамическим влиянием пищевых продуктов. Эта проблема получила совершенно новое направление в клинической физиологии. Нам удалось показать, что специфическое динамическое действие белков возрастает в состоянии возбуждения центральной нервной системы и снижается в состоянии угнетения.

В экспериментальной эндокринологии предпринимается все большее число исследований, целью которых является разрешение различных проблем, охватывающих соотношение между корой головного мозга, нервной системой и железами внутренней секреции. Академик К. И. Пархон и его сотрудники приступили к целому ряду

опытов по методу декортикации (удаление коры) и применения гормонов в эмбриональном периоде.

Проблема зависимости секреции от нервной системы была включена и в экспериментальные исследования явления компенсационной гипертрофии надпочечной железы. Наши новые исследования показали, что это явление усиливается при возбуждении центральной нервной системы и значительно ослабляется при ее угнетении.

Другой коллектив Института, исходя из исследований С. М. Лейтеса и Г. Т. Павлова, добился возможности кондиционировать действие инсулина на организм собаки. Первые положительные результаты были получены также в установлении динамического стереотипа реакции на инсулин.

Приведенные примеры показывают, в каком новом направлении развивается эндокринология в нашей стране.

Мы отошли от метода работы над изолированным органом как единственного средства разрешения проблем; новые работы базируются на физиологических исследованиях в области морфологии и биохимии. В клинических работах по патофизиологии и терапии на первый план выдвигается представление об организме в целом, а не об изолированном органе.

Эти преобразования стали возможными благодаря тому, что на нашей родине наука о внутренней секреции развивается на основе нервической концепции, т. е. представления о принадлежности в организме ведущей роли коре головного мозга и нервной системе.

РАСКОПКИ НА БЕРЕГУ ДУНАЯ

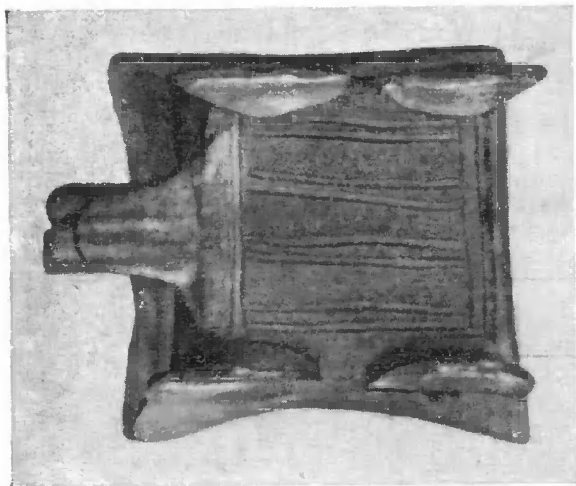
Там, где Дунай, протекая по территории Венгрии, поворачивает с запада под прямым углом к югу, вдоль берегов его тянутся длинные пологие холмы. Эти холмы представляют собой буквально неисчерпаемую сокровищницу для венгерских археологов — где бы они ни начали раскопки, везде находят следы древних поселений или могил. Начиная с неолитового периода и до средневековья, здесь сменяли друг друга различные культуры, так как эти места были исключительно благоприятны для поселения. На холме высотой в три метра не нужно было опасаться наводнения, а от нападения врагов или диких зверей жителей с одной стороны оберегал Дунай, с другой — болотистое тогда пространство. А возможности для охоты и рыбной ловли были богаты.

Примерно полтора года тому назад на одном из склонов холмов, в трех километрах от с. Будакеши, отрыли новый песчаный карьер. Как только здесь стали добывать песок, сразу же обнаружили остатки человеческих скелетов; сообщили находящемуся поблизости Сентендрейскому музею о находках, и вскоре здесь начались раскопки под руководством директора музея Шандора Шопрони. Было установлено, что могилы принад-

лежат к баденской, или, как ее называют в Венгрии, педельской культуре бронзового века. В могилах были найдены скелеты и пепел сожженных людей, рядом с ними — бусы из ракушек и бронзы, каменные орудия, стрелы, мотыги и каменные топоры, а в одной могиле — очевидно, могиле старейшины племени — кости двух коров.



Вид повозки сбoku



Вид повозки снизу

Однако в сто семьдесят седьмой по счету могиле не было найдено скелета. Там было лишь опрокинутое глиняное блюдо. А когда блюдо подняли, под ним оказался маленький глиняный стакан, камешек яшмы, лезвие из яшмы и небольшой посудобразный предмет из глины. Эта находка уникальна: она изображает правильной формы четырехколесную повозку. Размерами она с игрушку, но значение ее тем более велико. Шандор Шопрони, которому принадлежит заслуга обнаружения этой четырехтысячелетней повозки, с радостью говорит о ней. Он берет повозку в руки и показывает на четыре тщательно выделанных плотных колеса. На дне повозки добросовестный художник бронзового века нарисовал недостающую ось и доски.

Эта повозка, говорит Шопрони, очевидно, единственная в своем роде находка во всей Европе. На Востоке, в Передней Азии, согласно результатам археологических раскопок, уже и раньше пользовались повозками, но в Европе это самое раннее доказательство того, что повозками уже пользовались. Более того, после этого периода существует продолжительный перерыв, и только значительно позднее применялись глиняные повозки, остатки которых найдены в Югославии, в Войводине. Теперь мы знаем, что возникновение такого значительного изобре-

тения, как повозка, нужно отнести еще на тысячу лет раньше. Нелегко найти объяснение, почему эту повозку положили в могилу. Возможны различные гипотезы. Наиболее вероятно, что повозка связана с представлениями человека бронзового века о загробной жизни. Человек бронзового века верил в загробную жизнь, но представлял себе, что загробный мир тоже находится на земле, только где-то далеко. Умершему нужно туда добраться, если иначе не на чем, то пешком. Повозку — или лодку в поселениях возле моря — клали в могилу для того, чтобы сделать путь умершего удобнее и быстрее. Вопрос еще усложняется тем, что повозка найдена в символической могиле, т. е. тела в ней не было. Можно предположить, что тот, кого символически хоронили, был растерзан на охоте зверями или упал в воду во время рыбной ловли, а может быть погиб и исчез каким-нибудь другим путем. Однако человек бронзового века верил, что если человека не похоронить, то он не попадет на тот свет.

Раскопки опровергли много прежних теорий. Они изменили существовавший взгляд на то, что в период баденской (пецельской) культуры люди были кочевниками и занимались скотоводством. Кладбище, на котором уже раскопано около двухсот могил, могло возникнуть только в том случае, если вблизи был постоянный жилой поселок. Если бы племя кочевало, в одном месте не было бы столько могил. Другие находки также говорят о том, что здесь жили земледельцы, которые занимались и скотоводством.

Шандор Шопрони с улыбкой рассказывает о том, что найденная ими повозка разрешила и одну побочную проблему. Дело в том, что могилы были полны камней, которые положили сюда суеверные родственники, очевидно, для того, чтобы душа умершего не возвращалась и не пугала их. Были в могилах такие большие камни, которые с трудом могли сдвинуть два человека. Археологи долго ломали головы над тем, как могли жители дотащить сюда эти камни, за несколько километров от того места, где находилась каменоломня. Маленькая глиняная повозка дает ответ на этот вопрос: камни привозились на повозке!

ПО РОДНОЙ СТРАНЕ

БАЙКАЛ И ИСТОРИЯ ЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Профессор С. Г. Саркисян



Легендарное, воспетое в песнях многих народов озеро Байкал представляет собой поистине одно из величайших творений природы. Все здесь необычайно и своеобразно — и величавая суровая природа окружающих озеро горных хребтов, и необозримые просторы студеных и бурных вод, и головокружительные глубины, столь редкие у озер, и пресная прозрачная вода, в которой живут эндемичные виды животных и растений морского облика. На поверхности озера известны выходы нефти и газов, происхождение которых до сего времени загадочно.

Если взглянуть на Байкал с очень большой высоты, перед взором предстанет огромная продолговатая, зажатая между гор впадина с неровными зубренными краями. Горные хребты, обрамляющие впадину, то вплотную подступают к воде, то оставляют небольшие участки прибрежных низменностей.

Во впадину Байкала несут свои воды 336 рек, в том числе такие крупные судоходные реки, как Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин. Поступление вод компенсируется лишь стоком их по Ангаре, которая выносит из озера ежесекундно в среднем 1645 м^3 , или 55 км^3 воды в год.

Сейчас обступившие Байкал хребты поднимаются на 1000—2000 м над уровнем воды в озере. Раньше же во впадине воды было больше, древние более высокие уровни озера

оставили след в виде террас на склонах хребтов. Более высокий уровень воды в озере обуславливался не столько климатическими причинами, сколько интенсивностью стока по Ангаре.

Было время, когда разрыва в кольце окружающих Байкал гор не существовало, и горный склон мощной плотиной подпирал озерные воды. Но вот через возвышенность перелилась первая струйка воды. И вода начала свою методическую работу, расширяя и углубляя русло. Теперь Ангара — мощная река, а в ее истоках в горном окружении Байкала образовались широкие ворота. На месте старого русла от бывшей возвышенности уцелел лишь небольшой островок — Шаманский камень. С течением времени река размывала бы и его. Но советский человек решил иначе — он начал строить здесь плотину, чтобы закрепить современный уровень озера, зарегулировать его сток. Недалек тот день, когда Ангарская гидроэлектростанция даст первый ток, Шаманский же камень перестанет точить бурные ангарские воды, — подпертые плотиной, они медленно потекут над ним.

Современный Байкал грандиозен. По объему воды — 23 тыс. км^3 — он занимает второе после Каспия место среди озер мира.

Байкал — самое глубокое пресноводное озеро на Земле. Уровень воды в озере лежит на 455 м выше уровня мирового океана.

Понятно, каким грандиозным хранилищем водной энергии является Байкал.

Своеобразна и богата природа Прибайкалья.

Прилегающие к озеру хребты изобилуют острыми вершинами. Склоны хребтов крутые, местами обрывистые, с длинными каменистыми осыпями. Узкие, ущельевидные долины ручьев и рек, расчленяющие горные склоны, имеют круто падающее дно, нередко загроможденное каменистыми обломками. Эти резкие формы горного рельефа, наряду с девственными хвойными лесами на склонах и ослепительно блестящими на солнце белыми шапками снегов, венчающих самые высокие вершины, придают хребтам суровую живописность. Они служат достойным обрамлением красавцу Байкалу.

Сложены прибайкальские хребты древнейшими архейскими, протерозойскими и отчасти кембрийскими породами. Общая мощность архейских пород, представленных гнейсами, перекристаллизованными известняками, сиенит-гранитами, слюдяными, роговообманковыми и хлоритовыми сланцами, по мнению Н. В. Фроловой, достигает 25 км. Среди протерозойских пород, мощность которых около 5 км, преобладают сильно кремнистые известняки и доломиты. Встречаются также белые кварциты, зеленые сланцы, песчаники и конгломераты. Кембрийские породы известны лишь в некоторых пунктах на западном берегу Байкала.

Горные хребты Прибайкалья таят в себе колоссальные запасы каменных строительных материалов: мрамора, гнейсов, гранитов. Здесь имеются месторождения слюды, тапика, полудрагоценных камней, олова, золота и других благородных металлов. Наконец, по берегам Байкала встречаются выходы нефти, газа и месторождения угля.

Берега Байкала почти на всем 2000-километровом протяжении покрыты густыми лесами. Местами здесь сохранилась первобытная тайга. Высоко в небо поднимаются стволы могучих вековых сосен и кедров, тесной плотной стеной стоят темнозеленые пихты, старые кривые лиственницы развесили могучие, лохматые, обросшие мхом ветви. И под всем этим царят мрак и сырость. Там, где хмурая тайга расступается, появляются веселые поляны, заросшие редким березовым лесом и густой, в рост человека, травой. Иногда такие поляны сплошь усеяны кустами дикой

красной смородины, среди которой растут дикие пионы с большими розовыми цветами.

По долинам горных рек часто можно встретить большие поляны, поросшие кедровым стлаником, ветки которого тесно переплетаются между собой, образуя сплошное замысловатое кружево.

У самого берега Байкала растут и сосны, и пихты, и ели, и березы, и осины, кустарники же образуют совершенно непролазные заросли. В лесах Прибайкалья очень много ягод, причем особенно много голубики, брусники и черники.

Склоны окружающих Байкал хребтов покрыты разнообразной горнотаежной растительностью. В нижних частях склонов и на дне глубоких речных долин растут ели; выше по склону — пихты, сосны, лиственницы, а еще выше — кедры. Верхний предел высоты, на которую поднимается в горах лес, для разных участков берегов Байкала различен — от 2000 м на юге до 1300 м на севере. Вершины безлесных гольцов поросли кедровым стлаником, сменяющимся выше кустарниками и мхами.

Лесные богатства Прибайкалья весьма значительны. Байкальский корабельный лес всегда пользовался большим спросом.

Разнообразен животный мир байкальских берегов. В лесах здесь много белки, встречается соболь, колонок, горностаи, росомаха, барсук, рысь, лисица, бурый медведь, бурундук, заяц-беляк, кабан, лось, марал, сибирская косуля. Многие из этих животных имеют большое промысловое значение. Особенно ценятся шкурки черного байкальского соболя. Именно за ценной пушиной тянулись в Прибайкалье первые поселенцы.

В лесах Прибайкалья известно около 400 видов птиц. Промышляются глухарь, тетерев, рябчик, утка, гусь.

Окрестности Байкала отличаются большой сейсмичностью, которая сопровождается не прекращающимися здесь новейшие, или так называемые неотектонические движения земной коры. Сравнительно часто в этой области бывают землетрясения.

Некоторые землетрясения носили катастрофический характер, сопровождались большими изменениями береговой линии озера. Так, во время землетрясения 10—12 января 1862 г. три бурятские деревни в северной части дельты Селенги с лугами и полями

в течение двух суток погрузились в холодную пучину Байкала. На этом месте образовался залив Провал площадью около 200 км².

Сильное землетрясение было 19 мая 1935 г. в районе Танхой на юго-восточном побережье озера. Оно сопровождалось грандиозными обвалами, причинившими большие разрушения.

Еще более замечателен сам Байкал. Озерная «ванна» неоднородна. Она делится на три впадины: южную, среднюю и северную.

Южная впадина простирается до устья р. Селенги; максимальная глубина ее 1473 м. Дно впадины неровное: обширные пониженные участки разделяются подводными возвышениями-кряжями. Один из крупных кряжей пересекает озеро от с. Голоустного, на северо-западном берегу, до ст. Посольск, на юго-восточном. Глубины в пределах этого кряжа уменьшаются до 94 м.

Средняя впадина Байкала ограничена с юга мелководной перемычкой против дельты р. Селенги. От северной впадины она отделена подводным Академическим хребтом, проходящим через о-в Ольхон, Ушканы острова и мыс Валукиан на восточном берегу Байкала. Максимальная глубина озера здесь 1741 м. Дно впадины у восточных берегов пологое: на далеком расстоянии от берега глубина озера не превышает 100 м. Западный берег круче. Максимальная глубина северной впадины 938 м, рельеф дна ровный и сглаженный.

Байкальская вода обладает замечательной прозрачностью — большей, чем в море и во многих горных озерах. В спокойную погоду с берега или с лодки можно видеть жизнь

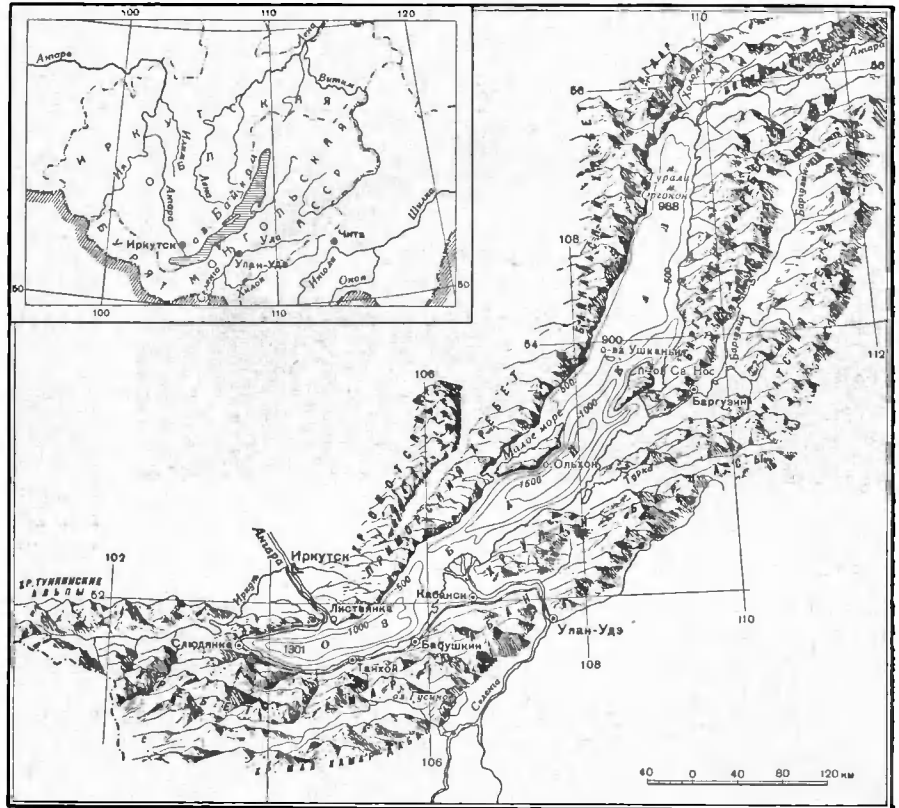
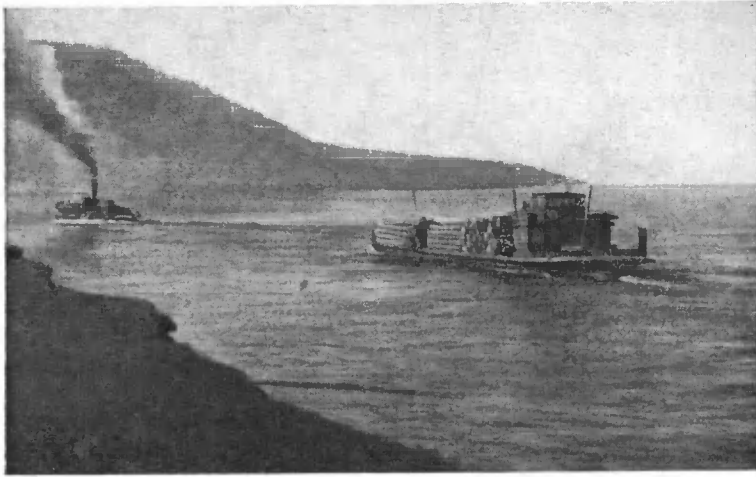


Схема озера Байкал и окружающих его хребтов

на большой глубине. Минерализация и содержание органических веществ в байкальской воде крайне малы — сухой остаток составляет всего лишь 0,1 г на литр. В этой воде содержится лишь незначительное количество кальция и магния, ничтожное количество хлора и почти совсем нет железа. Байкальская вода очень мягка, приятна на вкус и почти не дает накипи, она пригодна для питья и технических целей.

Температура вод открытого Байкала круглый год низкая. Наивысшая температура воды в августе 9—10°, однако у самого берега она несколько выше. Начиная с глубины 200 м, температура воды в Байкале еще ниже, чем у его поверхности (5—6°). С глубины 900 м она достигает 4°, на глубине же 1600 м она понижается до +3°.

Благодаря тому, что байкальские воды не успевают прогреться в течение лета и остыть в течение зимы, лето на Байкале прохладнее, а зима мягче, чем в отдалении



Истоки реки Ангары

от его берегов. В июле на берегах Байкала температура на $5-6^{\circ}$ ниже, а в декабре, наоборот, на 10° выше, чем, например, в Иркутске.

Ветры на Байкале очень часты. Особенно сильные ветры бывают в районе о-ва Ольхон. Здесь нередко дует сарма — порывистый ураганный ветер, достигающий иногда скорости 40 м в секунду. Начинается сарма обычно очень неожиданно, за несколько минут еще слабый ветер становится ураганным, сметающим на своем пути все то, что находится на поверхности Байкала. Нередко сарма бывала причиной гибели на Байкале не только рыбацких лодок, но и крупных судов. Поэтому обычно и расписание пароходов составляется так, чтобы избежать сармы.

Другие ветры, дующие на Байкале, имеют меньшую скорость и менее опасны для судоходства. Вдоль Байкала с севера дует «ангара», или верховик, с юга — «култук», или низовик. Поперек Байкала из долины р. Баргузина дует одноименный ветер. Очень распространены на Байкале ветры, связанные с большим различием температур воздуха над озером и окружающей его местностью — бризы. Поэтому воды Байкала бурны и неспокойны. Волнения здесь чаще и сильнее, чем на Черном и Азовском морях.

Зимой Байкал покрывается льдом. Не замерзает лишь небольшой участок в истоках Ангары, где имеется сильное течение. В южной части Байкала лед обычно

устанавливается в конце декабря — начале января, а вскрывается в конце апреля — начале мая. Таяние льда в отдельные годы запаздывает. В разных районах сроки замерзания воды сильно колеблются. Менее устойчивыми являются участки, где из недр дна озера выделяются горячие воды, газы и нефть. Если пробить здесь лед, то выходят: прежде всего с большой силой горячая вода, затем — с шумом газ и наконец — густая масса нефти. Горячие ключи широко распространены как на земной поверхности, так и далеко от берега, в самом Байкале. Горячие воды многих ключей используются как целебные (курорты Горячинск, Питательский и др.) Выходы нефти и газа приурочены к восточному берегу Байкала и прослеживаются в 850—1500 м от берега.

Природа и происхождение байкальских нефти и газа до сего времени еще не выяснены.

Как правило, нефть и газ в природе наблюдаются в осадочных породах, в которых они образовались из органического материала — остатков животных и растений. На Байкале же нефть встречается в древнейших кристаллических породах, заполняя трещины в гнейсах. Спутником байкальских нефти и газов является теплая вода глубинного происхождения, циркулирующая по трещинам. Ученые стремятся решить эту загадку.

Замечателен органический мир Байкала — одно из главных его богатств.

Рыбные богатства озера колоссальны. Во время войны Байкал служил одним из основных поставщиков рыбопродуктов. Уловы рыбы здесь все возрастают и измеряются тысячами тонн. Наибольшее значение имеет промысел знаменитого байкальского омуля и других лососевых, осенью идущих на нерест в верховья впадающих в Байкал рек. Много ловится осетра, хариуса, сига, окуня и налима. Встречаются здесь также таймень, ленок и другие рыбы из семейств карповых, щучьих, окуневых и тресковых.

Характерная черта животного и растительного мира Байкала — обилие эндемичных, присущих только этому озеру видов. Г. Ю. Верещагин утверждает, что на 1700 обитающих здесь видов животных и растений насчитывается до 1000 эндемичных. Например, только в Байкале обитает живородящая глубоководная рыбка — голомянка, представленная двумя видами: голомянка большая, или байкальская, и голомянка Дыбовского, или маленькая голомянка.

Более распространена байкальская голомянка, встречающаяся на глубине до 1000 м и более. В дневные часы она обычно держится на глубине в 250—500 м, а ночью на 50—100 м. Эта белая, полупрозрачная, с ярко-оранжевым ободком вокруг глаз рыба, ведущая хищный образ жизни, питается в основном рачком-юрком.

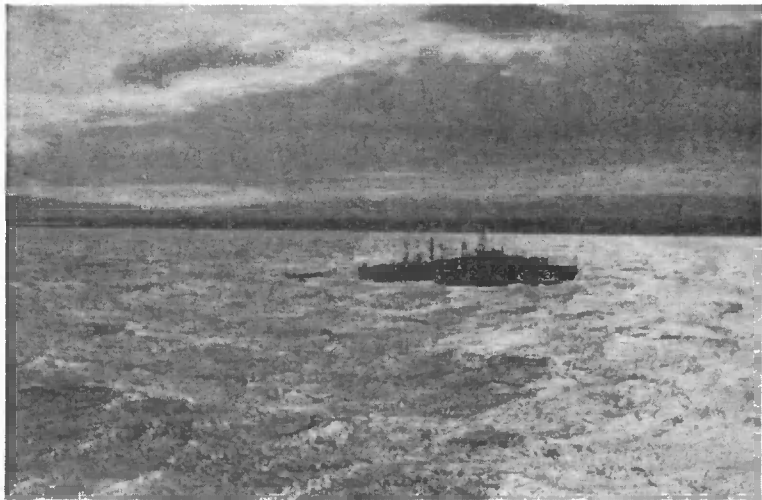
Байкальская голомянка очень жирна, и жир ее вытапливается на солнце. Благодаря большому количеству жира мертвые голомянки не тонут, а всплывают на поверхность.

Зимой они вмержают в лед, а весной после таяния льда выносятся к берегу. Раньше существовал промысел на мертвую голомянку, из которой добывался жир, применявшийся для освещения и лечебных целей.

Очень интересно, что в Байкале встречаются не только представители речного и озерного царств, но и элементы «морской» фауны.

Это — многие виды многощетинковых червей, моллюсков, бокоплавов, а из млекопитающих — тюлень (нерпа).

Своеобразие фауны Байкала поразительно. Эндемичны здесь не только виды, но и роды, подсемейства и даже семейства. Над вопросом происхождения байкальской фауны в настоящее время работает целый ряд исследователей; среди них особого внимания, на наш взгляд, заслуживают работы сотрудников Байкальской лимнологической станции Академии наук СССР, в том числе Г. Г. Мартинсона.

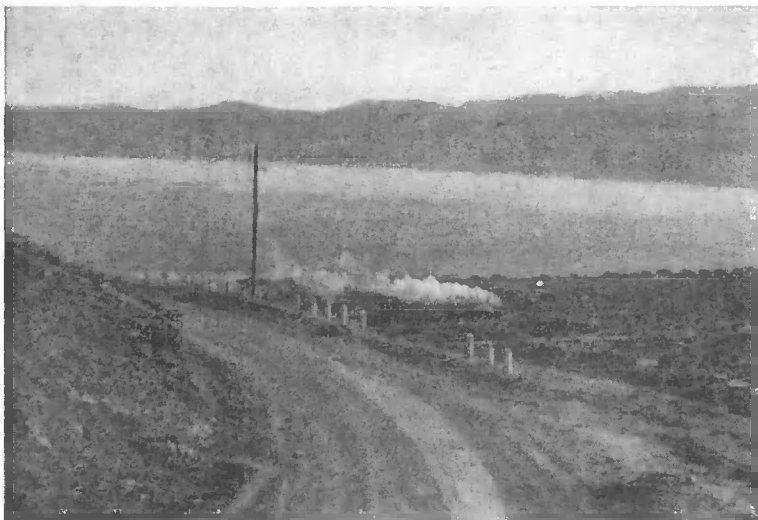


Озеро Байкал

Как и когда образовался Байкал — вопрос, который давно интересует исследователей. Было высказано много различных гипотез. Остановимся на важнейших из них.

Один из талантливейших исследователей конца XIX в. И. Д. Черский считал Байкал весьма древним образованием. По его мнению, еще в кембрийское время шло медленное погружение этого участка, которое явилось результатом сжатия древнейших архейских пород. Породы эти были смяты в волны гигантских складок. Одной из таких складок, заполнившейся впоследствии водой, в представлении И. Д. Черского, и являлся Байкал, соединившийся в прошлом с основным бассейном кембрийского моря через ряд проливов.

О существовании кембрийского моря в соседних с Байкалом районах И. Д. Черский знал по осадкам этого моря, которые он исследовал на западном берегу Байкала. В отличие от своих предшественников ученый считал, что современный Байкал является результатом медленных и постепенных преобразований, а не чем-то стабильным. Для своего времени эти представления были наиболее прогрессивными. И. Д. Черский пытался объяснить все известные ему факты о Байкале, в частности особенности его фауны; это привело исследователя к предположению о том, что в прошлом Байкал соединялся с морем. Но в настоящее время установлено,



Юго-восточное побережье Байкала. Поселок Култук

Фото И. М. Пацула

что Байкал является относительно молодым водоемом.

Старейший исследователь Восточной Сибири академик В. А. Обручев предложил свою гипотезу образования Байкала. По его мнению, на месте современного озера в докембрийское время существовала суша, которую австрийский геолог Э. Зюсс образно назвал «древним теменем Азии». Эта суша представляла собой древнейшую глыбу, собранную в складки еще в докембрийское время. На горообразовательные движения в соседних областях эта суша реагировала как сложное целое. Она раскалывалась на отдельные жесткие глыбы, отделенные друг от друга разломами. Одни глыбы по разломам поднимались вверх, другие опускались. Вследствие таких опусканий в конце мезозойского и в начале кайнозойского времени возник сложный провал (грабен) Байкала. С этими же вертикальными движениями, которые продолжались и в последующее время, были связаны эффузии (излияния) магмы, имевшие место неоднократно в течение мезокайнозойского времени. Последние поднятия и опускания отдельных частей «древнего теменя» и сопряженные с ними излияния базальтов происходили, как указывает В. А. Обручев, совсем недавно, в постплиоценовое время. В результате этих новейших движений окончательно сформировался Байкал

и произошло «омоложение» рельефа прилегающих районов.

В настоящее время В. А. Обручев считает, что Байкал образовался в результате новейших тектонических движений конца третичного — начала четвертичного времени (неотектоника).

В отличие от В. А. Обручева, Е. В. Павловский первоначально рассматривал образование впадины Байкала с точки зрения рамповой теории образования подобных структур, предложенной Б. Виллисом. Механизм образования впадины Байкала и других впадин, расположенных к северо-востоку и юго-западу от Байкала, он связывал не с возникновением нормальных сбросов, по которым под дейст-

вием силы тяжести опускалась узкая и длинная полоса земной коры, а со сжатием земной коры, в силу которого в юрское время началось вслущивание огромного (2500 км длиной и 150—200 км шириной) валоподобного Станового хребта. Ученый полагал, что в результате сжатия возникли встречные надвиги, вследствие чего центральная часть свода оказалась зажатой между ними и за счет давящего усилия опущенной вниз. Так, в конце мезозойского времени началось развитие впадины Байкала.

В постплиоценовое время происходило дальнейшее развитие впадины с воздыманием крыльев свода (хребтов, ограничивающих Байкал с запада и востока) и ее постепенное формирование в том виде, в каком она наблюдается в настоящее время.

В последнее время Е. В. Павловский, учитывая и новые данные, высказывает мнение о том, что Байкальская впадина является осложненной сбросами синклиналью, образовавшейся в наиболее приподнятой части Станового сводового поднятия. Если И. Д. Черский считал, что Байкал образовался в силурийское время, то Е. В. Павловский относит начало его формирования к концу юрского времени.

П. Е. Рябухин, учитывая данные о геологическом строении Прибайкалья, получен-

ные в последние годы, поддерживает точку зрения В. А. Обручева о грабенном происхождении Байкальской впадины и других подобных впадин в Прибайкалье и Забайкалье.

Н. В. Думитрашко, поддерживая точку зрения академика В. А. Обручева о том, что Байкал является сложным грабеном, пытается дать подробную историю его формирования. По ее мнению, в юрское время на месте современной южной котловины озера образовалась межгорная впадина, которая в меловое время углублялась и расширялась. В третичное время, в олигоцене и миоцене, происходит новая волна движений земной коры.

В это время на месте средней котловины Байкала образуются три мелководных озера, разобценных перемычками, озеро же южной котловины становится глубоководным. В плиоцене, в результате возобновившихся тектонических движений, расширяется площадь озер, образовавшихся в южной и средней впадинах Байкала, которые во второй половине плиоцена сливаются в один водоем с невысокими берегами и небольшими глубинами.

Единый глубоководный водоем, близкий к современному Байкалу, оформляется в связи с крупными движениями, происходившими на границе плиоцена и в начале четвертичного времени.

В. В. Белоусов механизм формирования впадины Байкала связывает с разрывными движениями, вследствие которых в земной коре образовались гигантские трещины и расколы. По мнению этого исследователя, Байкал является платформенным рвом — резко опустившимся вниз участком континента.

В самое последнее время вышла в свет работа В. В. Ламакина «Ушканьи острова и проблема происхождения Байкала»¹. Автор пытается совершенно по-новому трак-



Дорога в тайге. Юго-восточное побережье Байкала

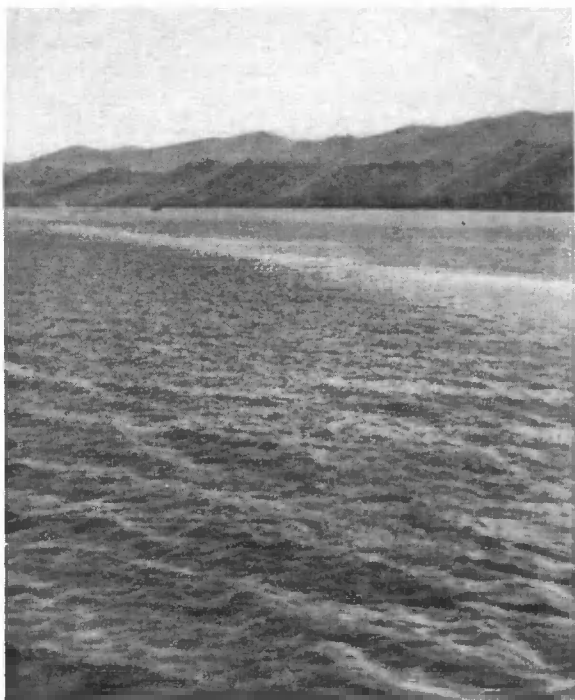
Фото И. М. Пацulla

товать тектоническую природу Ушканьих островов и ввести коррективы в представления прежних исследователей относительно происхождения Байкала. Главным стержнем этой работы, как видно по ее названию, является проблема происхождения Ушканьих островов в Байкале.

До сих пор все ученые признавали, что между центральной и северной впадинами Байкала располагается подводный Академический хребет, названный так сотрудниками Байкальской лимнологической станции Академии наук СССР. Ушканьи же острова представляют собой выступающие над водой вершины этого затопленного хребта. В. В. Ламакин объявляет этот хребет «мифом», «мнимым», «абсурдным».

Известно, что там, где урез воды достаточно глубокого водоема длительно подходит к склону берега, волны и течения постепенно образуют на нем абразионный уступ. Если уровень воды периодически понижается, или, наоборот, повышается суша, на склоне образуется ряд уступов или так называемых террас. В. В. Ламакин трижды посетил Ушканьи острова, на которых провел в общей сложности за все три посещения около двух суток (см. стр. 5 его книги). Бегло осмотрев Большой Ушканьий остров, он выделил на его склонах десять террас и на основании этих явно недостаточных

¹ См. В. В. Ламакин. Ушканьи острова и проблема происхождения Байкала, Географгиз, 1952.



Северо-западное побережье Байкала

данных заключил, что Большой Ушканий остров представляет собой очень недавнее (четвертичное) поднятие дна Байкала. Для того чтобы объяснить, как могли подняться Ушканий острова, В. В. Ламакин привлекает сложный механизм, будто бы выдавливающий их со дна озера.

Однако факты не подтверждают построений В. В. Ламакина. Ведь ни в пределах Ушканий островов, ни вблизи на мелководье нет тех отложений, которые образовались на дне Байкала до поднятия островов. Наоборот, острова сложены древнейшими отложениями, которыми сложены берега Байкала.

Оказалось, что В. В. Ламакин ошибочно принял эрозионные уступы за террасы острова. Такие эрозионные уступы, как известно, образуются на контакте двух пород с различной устойчивостью к размыву (эрозии), например конгломератов и песчаников, или даже рыхлых и плотных конгломератов. Наклонное положение террас, которое отмечал В. В. Ламакин, как нельзя лучше подтверждает именно то, что многие

террасы, особенно верхние, являются эрозионными уступами.

К интересным выводам о возрасте Байкальской впадины приходят зоологи и палеонтологи, занимающиеся изучением современной и ископаемой фауны Байкала.

Л. С. Берг, взгляды которого пользуются большой известностью среди зоологов, считает, что в составе байкальской фауны нет никаких «морских» элементов, т. е. тех животных, которые какими-то путями пришли в Байкал из моря (за исключением недавних переселенцев из Ледовитого океана — омуля и нерпы), но имеются зато реликты пресноводной фауны, населявшей Восточную Европу, Сибирь и, возможно, Центральную Азию в конце третичного периода. Ученый считает байкальскую фауну весьма молодой, что свидетельствует об образовании Байкала в плиоценовое время.

Аналогичных взглядов на происхождение фауны Байкала придерживался также талантливый русский ученый палеонтолог А. И. Андрусов, утверждавший, что байкальская фауна молода и несомненно развивалась в самом Байкале.

Г. Ю. Верещагин в составе фауны Байкала выделяет два разных по составу элемента: континентальный и «морской». Под континентальным элементом он понимает все население континентальных вод района современного Прибайкалья, обитающее здесь с мезозойского времени. Под морским элементом Г. Ю. Верещагин понимает ту фауну, которая с мезозойского времени внедрилась в континентальные воды из моря. Наиболее вероятным путем проникновения «морской» фауны в Байкал он считает преемственную связь Байкала с другими водоемами, в которых предки этой фауны являлись морскими реликтами.

Ученый указывает, что ближайший район, где имеются несомненные следы мезозойского моря, это Восточное Забайкалье. Здесь обнаружены юрские морские отложения. Никаких следов морей более поздних эпох до сих пор в Забайкалье или в Монголии не обнаружено. По мнению Г. Ю. Верещагина, после отступления этих морей могли остаться обширные внутренние моря, со временем опреснившиеся. Эти внутренние моря могли вторично трансгрессировать, т. е. наступать в западном направлении, достичь районов современного Байкала и распастись

на ряд озер, соединенных реками. Эти озера существовали на протяжении длительного времени — от конца мезозоя до четвертичного периода. Байкал являлся одним из звеньев этого многоозерья. Таким образом, легко понять, что время образования Байкала, по Г. Ю. Верещагину, относится к концу мезозоя.

М. М. Кожов разделяет точку зрения Г. Ю. Верещагина о возможности проникновения элементов «морской» фауны через систему многоозерья. Но он связывает происхождение этой фауны не с морскими бассейнами Забайкалья, а со средиземноморским морем Тетис, отделявшим в мезозое и в первую половину третичного периода Северную Евразию от южного континента. Древнее байкальское многоозерье и прилегающие к нему водоемы Монголии могли быть в третичное время не только убежищем для молодых вселенцев из моря, но в то же время центром формирования своеобразной континентальной фауны из пресноводных элементов, населявших в третичное время воды Центральной Азии и Сибири.

Г. Г. Мартинсон считает, что возраст Байкальской впадины определяется находками ископаемых моллюсков миоценового времени в отложениях террас восточного берега Байкала. В ископаемой фауне, найденной в третичных отложениях, он выделяет два комплекса: во-первых, характерных представителей для открытых вод Байкала (байкалии, бенедиктии), т. е. его эндемиков, и, во-вторых, представителей, обитавших в заливах хорошо прогреваемых мелководных участках (униониды, вивипариды). Фаунистический комплекс открытых вод третичного времени, а также и комплекс фауны, обитающей в заливах Байкала, в значительной мере сохранились в современном Байкале. Эти два комплекса не смешиваются между собой.

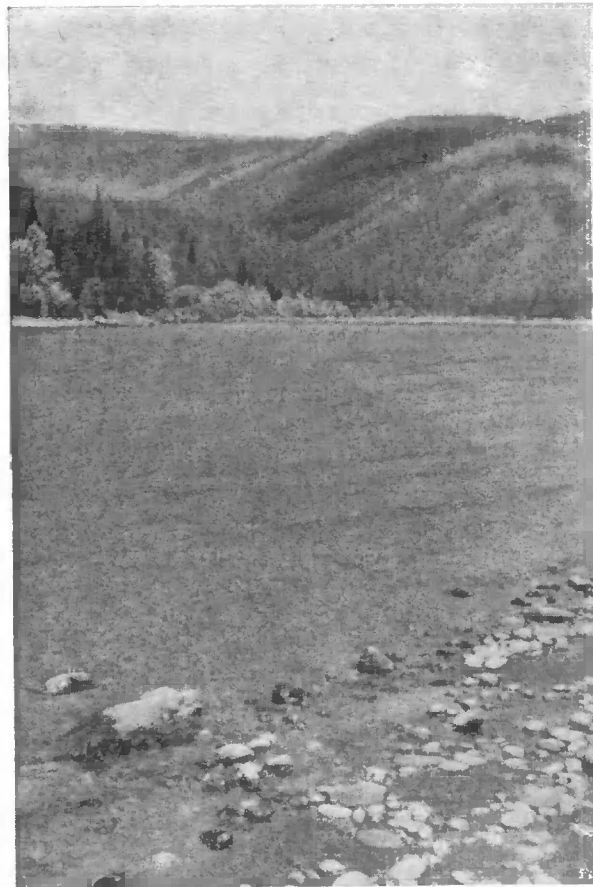
Исследования Г. Г. Мартинсона позволяют установить, что в миоценовое время (33 млн. лет тому назад) на месте современного Байкала существовал уже водоем.

Таким образом, большинство зоологов и палеонтологов придерживается точки зрения, что Байкал образовался в конце третичного — начале четвертичного времени.

Наконец, в последние годы проведены исследования Н. Н. Соколовой, Л. Т. Климо-

вой, К. К. Тумарева и С. Г. Саркисяна под руководством члена-корреспондента Академии наук СССР С. Ф. Федорова. Эти исследования, в основу которых был положен всесторонний анализ фактического материала, установили миоценовый возраст Байкальской впадины, окончательно сформировавшейся в результате четвертичных движений. Группа этих исследований образование Байкала связывает с неравномерными и неоднородными опусканиями большой амплитуды, сопровождавшимися многочисленными разрывами в толщах древнейших архейских и протерозойских пород.

Таким образом, среди исследователей, занимающихся проблемой происхождения Байкала, существуют разногласия как в отношении времени зарождения этого гигант-



Река Иркут

Фото К. К. Тумарева



Байкал у поселка Посольск

ского водоема, так и в механизме его образования.

Одни исследователи полагают, что Байкал образовался очень давно, многие сотни миллионов лет назад, другие считают его геологически молодым водоемом. По-разному представляют себе исследователи и историю развития этого бассейна.

Следует отметить, что раньше исследователи Байкала решали все эти проблемы, опираясь на ту или иную сумму фактов, причем, как правило, их гипотезы часть данных объясняли удовлетворительно, другие же данные противоречили их концепциям. Все эти факты обычно были более или менее отрывочны и оставляли большой простор фантазии.

Для решения проблемы происхождения Байкала исследователям нужна была его полная «биография» — разрез толщи осадочных пород, отложившихся на дне озера. Изучая образцы горных пород, сформировавшихся на дне древнего Байкала, можно было бы установить с большой точностью возраст и историю формирования водоема. Но такого разреза — достоверного ключа к познанию истории Байкала — долго не было у ученых. Ведь Байкал весьма глубок, а поэтому нельзя на его дне пробурить буровую скважину и извлечь на поверхность те отложения, которые образовались на его древнем дне. Зато оказалось возможным пробурить такую скважину там, где раньше был Байкал, но отступил вследствие того, что эта часть его была засыпана принесенным реками обломочным материалом. Таким наиболее подходящим местом оказалась дельта р. Селенги, обильные наносы которой отвоёвывали у исполина Байкала

участок его поверхности. Теперь здесь суша. Пробуренная недавно в дельте Селенги глубокая скважина, вскрывая древнейшие кристаллические породы и прошедшая всю толщу осадочных отложений Байкала и его ложа, проливает свет на историю этого удивительного, очень молодого водоема.

Теперь, учитывая данные буровой в дельте р. Селенги, а также новейшие данные по геологии и палеонтологии Прибайкалья, можно весьма подробно разобрать историю формирования Байкала и развития его животного мира.

Достаточно определенно уже можно сказать, что еще в юрское время на территории современного Байкала была суша, на которой, кроме рек и временных потоков, не существовало никаких водных масс.

О том, что на территории современного Байкала в юрское время была суша, можно судить по отложениям этого времени, которые мы находим к западу и востоку от современного Байкала, а также по тому факту, что этих отложений нет на дне Байкала. Скважина, пробуренная в районе дельты Селенги, на месте некогда обширного залива Байкала, не обнаружила этих отложений.

Зато юрские отложения встречаются к востоку и к западу от Байкала, причем в их характере наблюдается определенная закономерность. Так, на западном берегу Байкала, у истоков Ангары, встречаются конгломераты; несколько дальше от Байкала, у Иркутска, — песчаники; а еще дальше, в Черемховском бассейне, — песчано-глинистые угленосные отложения. Подобным же образом распределены юрские отложения и на восточном побережье озера.

Эти данные свидетельствуют о том, что в юрское время мощные водные потоки, разрушая горные породы суши, располагавшейся на месте современного Байкала, переносили огромное количество обломочного материала горных пород на восток и на запад. Вблизи склонов гор отлагались конгломераты, состоящие из крупных и мелких окатанных галек горных пород, переносимых быстрыми горными потоками. Несколько дальше, уже в окружающих предполагаемую возвышенность озерах, в которые впадали древние юрские реки, отлагались песчаники. Там же, где водные потоки значительно теряли свою скорость и могли перенести лишь мелкие песчинки и глинистые



Исследование террасы древнего Байкала на юго-восточном побережье озера

Цветное фото С. Г. Саргисяна



Вверху. Восточное побережье Байкала. *Внизу.* Западное побережье Байкала

Цветное фото С. Г. Саркисяна

частицы, создавались угленосные отложения в условиях озерно-болотных водоемов.

Важным подтверждением того, что в юрское время на месте современного Байкала существовала суша, являются порфиновые гальки среди конгломератов юрских отложений западного берега Байкала. Сейчас здесь нет таких пород. Гальки порфиров, несомненно, были принесены откуда-то из центральной части суши, возвышавшейся на месте современного Байкала, и по этим галькам можно судить о том, какими горными породами слагалась эта суша.

Наконец, оказалось, что гальки, участвующие в формировании конгломератовых толщ юрских отложений, закономерно ориентированы. Давно установлен факт, что в струе быстрых горных потоков и в зоне прибой морей и озер гальки горных пород располагаются не просто хаотично, как это кажется на первый взгляд, а так, что их наиболее удлиненная часть (длинная ось) оказывается перпендикулярной сечению горного потока или прибойной волне. Поэтому по ориентировке галек в отложениях можно восстановить направление течения древних речных потоков или конфигурацию берегов древних морей. Изучение ориентировки галек в юрских отложениях на берегах Байкала показало, что их снос происходил от центральной части современного Байкала как на запад, так и на восток.

Все эти данные приводят к выводу, что еще в юрское время на территории современного Байкала высились горные хребты, сложенные изверженными породами, с которых на восток и на запад сносился обломочный материал, заполнявший близлежащие впадины.

Что же происходило в бассейне современного озера Байкал в последующий меловой период? На этот вопрос ответить труднее, так как меловых отложений непосредственно близ Байкала нет; нет их и в осадочной толще, вскрытой буровой скважиной в дельте р. Селенги.

Самым ближайшим районом, где известны меловые отложения, является Гусиноозерская впадина, расположенная к юго-востоку от Байкала. Разрез этих отложений здесь начинается горючими сланцами с остатками и отпечатками рыб и моллюсков нижнего мела, а выше залегают исключительно глины и песчаники, которые постепенно переходят



Остров Ольхов

Фото К. К. Тумарева

в конгломераты. Это отложения озерных водоемов. Горючие сланцы образовывались на дне озера, где было много органических остатков. Можно предполагать, что на месте современной Гусиноозерской впадины был непроточный озерный водоем с несколько повышенной концентрацией солей по сравнению с обычными пресноводными водоемами; все это способствовало образованию горючих сланцев. Впоследствии нижнемеловой водоем, в котором образовались горючие сланцы, получил сток, а затем полностью заполнился осадками, в результате чего их накопление прекратилось. Весь обломочный материал, поступающий с водными потоками во впадину, мог задержаться в ней только временно, а затем выносился за пределы впадины по направлению общего стока вод дальше на юг и восток.

К востоку от Гусиноозерской впадины имеется еще ряд впадин, в которых встречаются нижнемеловые отложения. В разрезах этих отложений, как правило, наблюдаются горючие сланцы, а также песчаники и конгломераты. Мощность нижнемеловых отложений во впадинах к востоку от Байкала не велика — всего лишь каких-нибудь 300—500 м. Это доказывает, что жизнь нижнемеловых водоемов Забайкалья была сравнительно кратковременной. При этом мощности нижнемеловых отложений во впадинах Северной Монголии во много раз превосходят мощности этих отложений Забайкалья. Замечено также, что нижнемеловые отложения почти всегда встречаются в тех же впадинах, в которых имеются и более древ-



Третичные конгломераты в верховьях Иркутта

ние юрские отложения. Все эти факты указывают на то, что формирование меловых отложений в Прибайкалье происходило там, где в конце юрского времени вследствие отрицательных движений земной коры возникли неглубокие впадины. В нижнемеловое время наиболее интенсивные отрицательные движения происходили к востоку и юго-востоку от Байкала, но не на территории современного Байкала, где суша в это время поднялась, по всей вероятности, еще выше. В результате этого область сноса обломочного материала разрослась еще больше, и снос материала начался даже отсюда, где раньше происходило его накопление. Этот материал частично задерживался в ближайших к Байкалу нижнемеловых впадинах, заполнив их доверху осадками, и частично был разнесен реками по огромной территории Забайкалья.

В конце мелового — начале третичного времени рельеф Прибайкалья и Забайкалья подвергся коренной перестройке. В это время мощные тектонические движения земной коры еще выше подняли существовавшие хребты и привели к возникновению новых. В ходе этих движений нижнемеловые отложения оказались интенсивно смятыми, причем более интенсивно во впадинах, ближе всего расположенных к современному Байкалу. В результате этой волны движений земной коры возникли не только хребты, но и впадины.

Лишь в третичное время на месте совре-

менного Байкала, в его южной части образовалась впадина, в которую реки принесли первые порции обломочного материала. О том, что на этом участке Байкала действительно возникла впадина, можно судить по тем образовавшимся в нем осадкам, которые обнажаются узкой полосой вдоль юго-восточного берега Байкала, а также вскрыты на значительной глубине буровой скважиной в дельте р. Селенги.

Изучая скудные остатки фауны и флоры в третичных отложениях, развитых на юго-восточном берегу Байкала, а также определяя их состав, можно среди них выделить образования миоценового¹, плиоценового² и переходного верхнеплиоценово-постплиоценового³ времени.

Появившиеся в миоценовое время на месте современного Байкала первые водоемы значительно уступали ему как по площади, так и по глубине. Это были болотистые водоемы с обильной растительностью и очень бедным животным миром. Таксодия и глиптостробус из хвойных пород, водяной северный орех, камыш — были господствующими растительными видами того времени. Из животных можно отметить некоторые виды моллюсков, которые, повидимому, являются предками современных эндемичных, ныне живущих в открытом Байкале, а также гастропод, пресноводных губок.

Условия, господствовавшие в миоценовое время в водоемах и болотах, благоприятствовали образованию каменных углей, которые встречаются в отложениях этого возраста на восточном берегу Байкала, а также и на участках мелководья, где они обнаружены водолазами. В широкую сеть болот и, отчасти, озер впадали многочисленные реки, которые несли со склонов окружающих хребтов много обломочного материала. В прибрежных участках миоценовых озер накапливались конгломераты, дальше от берега — пески, еще дальше — более мелкозернистые породы алевролиты (переходные между песчаниками и глинами) и глины с обильным содержанием листочков слюды. Уровень вод миоценовых водоемов сильно коле-

¹ Миоцен — вторая половина третичного периода жизни земли.

² Плиоцен — последний этап третичного периода.

³ Верхний плиоцен-постплиоцен — конец третичного и начало четвертичного периода.

бался как вследствие климатических причин, так и благодаря вертикальным движениям земной коры. Это сказалось на смене характера и типа осадков, а также фауны. При поднятии уровня вод водоемов они временно наступали на побережье. При этом перемещались берега водоемов, смещались дельты впадающих в озера рек. При последующем понижении уровня ранее затопленные водой участки превращались в заболоченные, а затем в сушу и т. д. В результате изменения уровней в миоценовых водоемах характер осадков непрерывно менялся. Это и обусловило удивительную изменчивость третичных отложений Прибайкалья как в широтном, так и в меридиональном направлениях, которая была давно известна геологам, но не находила должного объяснения. Колебания уровней третичных водоемов, предшествовавших Байкалу, по-видимому, были связаны не только с тектоническими причинами (поднятиями и опусканиями отдельных участков), но и с климатическими.

В последующее плиоценовое время в Прибайкалье происходили интенсивные движения земной коры, в результате чего еще выше поднялись горные хребты, реки стали более мощными, способными переносить крупные обломки пород и интенсивно их окатывать. В связи с этим в плиоценовых отложениях, наряду с песчаниками, алевролитами и глинами, много гравелитов (окатанные обломки горных пород размером больше песчинок, но меньше мелких галек) и конгломератов. Эти отложения образовались в речных и озерных водоемах.

В верхнеплиоценово-постплиоценовое время благодаря колоссальному привнесу обломочного материала площадь озер значительно сокращается. В это время на месте современного Байкала, в его южной части, господствуют самые разнообразные условия осадконакопления. Возобновившиеся интенсивные восходящие вертикальные движения в горных массивах сделали реки еще более быстрыми и мощными: они переносили огромное количество обломочного материала. Образуются преимущественно конгломераты и песчано-гравелитовые отложения, которые формировались в основном уже в речных водоемах, на месте некогда существовавших озер, к этому времени нацело заполненных осадками.



Река Осиновка-Кедровая. Юго-восточное побережье Байкала

В начале четвертичного времени новые мощные тектонические движения охватили почти все Прибайкалье, вызвав дальнейшее резкое вздымание окружающих Байкал хребтов. В результате этих движений третичные отложения были сильно смяты в складки и выведены на поверхность, а местами даже поставлены на голову, т. е. слои повернуты вертикально.

В это время происходит очень быстрое и интенсивное опускание огромного участка земной коры, окруженного со всех сторон горными хребтами, — формируется грандиозная Байкальская впадина.

Вследствие сравнительно резких вертикальных движений, приведших к образованию Байкала, третичные угленосные отложения, которые обнажаются на юго-восточном берегу Байкала в районе ст. Танхой, в дельте р. Селенги, как показало бурение, оказались опущенными на глубину более 1000 м. Это позволяет утверждать, что окончательное формирование Байкала началось уже после того, как образовались третичные отложения, т. е. в четвертичное время, тогда, когда уже на земле появился человек.

После того как образовалась впадина современного Байкала, в нее устремились водные потоки, несущие огромное количество обломочного материала.

Формирование Байкала, безусловно, не произошло сразу, одним приемом. Наоборот, отдельные участки Байкальской впадины

преуспевали в опускании, другие же отставали. Последние интенсивные опускания в районе Байкальской впадины произошли совсем недавно, в 1862 г., когда на восточном берегу озера на глазах человека образовался залив Провал.

Следует отметить, что уровень Байкала в настоящее время регулируется не столько тектоническими движениями — опусканиями и поднятиями его дна, сколько уровнем или порогом стока. Если, паче чаяния, глубина Байкала и изменится очень резко, то это не повлияет сколько-нибудь значительно на его уровень. Например, если уровень вод Байкала понизится, сток из него прекратится, пока уровень вновь не повысится и не достигнет уровня стока. В связи со строительством плотины гидроэлектростанции на Ангаре уровень вод в Байкале будет несколько приподнят.

Такова история Байкала. Из нее следует, что это озеро никогда не было частью моря и непосредственно с морскими бассейнами не сообщалось. Но как же и откуда в Байкал проникла «морская» фауна?

О нерпе и омуле совершенно смело можно сказать, что они сравнительно недавно проникли в Байкал из Северного Ледовитого океана по р. Енисею, а затем по Ангаре. Что касается остальных животных, которые встречаются только в Байкале (и больше нигде в мире) или в соседних с Байкалом водоемах, то они развились в самом Байкале и произошли от тех предков, которые обитали в пресных водах впадавших в него рек. Пресноводные формы животных, попавших в Байкал, претерпели сложный путь своего развития. Некоторые из них, например голмянки, начали осваивать глубины озера, другие же — прибрежные его участки. В борьбе за существование пресноводные животные, пришедшие в Байкал, изменились, приспособились к условиям его среды. Так

как глубоководный Байкал весьма напоминает по своим условиям морской бассейн, то у многих пресноводных животных выработались такие же признаки, как и у морских. Эти-то признаки и были ошибочно истолкованы многими исследователями не как что-то вновь приобретенное, а как унаследованное от жизни в морских водоемах. Геологическая история Байкала опровергает эту версию.

* * *

Хмурой и далекой глухоманью были прежде берега Байкала. Царское правительство рассматривало их как место ссылки. Жандармы надеялись, что суровая природа, физические лишения сломят волю революционеров. Но они жестоко просчитались. Революционная интеллигенция, лучшие люди прошлого, очутившись в ссылке в Прибайкалье, многое сделали в освоении этого края, внеся неопределимый вклад в его изучение.

Неузнаваемо изменилось Прибайкалье за годы Советской власти. Созидательный труд советского народа во многих местах отодвинул тайгу далеко от берега, а на ее месте воздвигнул новые города, рудники, лесопильные заводы, курорты, рыболовецкие и охотничьи поселки. Тайгу пересекли многочисленные шоссе и дороги. Байкальские воды бороздят пароходы, тянущие караваны барж и плоты леса. Гулками взрывами огласились байкальские горы: идет добыча слюды и строительных материалов.

Днем и ночью стоит несмолкаемый гул машин над р. Ангарой: здесь неподалеку от ее истоков строится плотина мощной гидроэлектростанции, которая даст электрический ток сибирским городам, рудникам, поселкам, колхозам.

Здесь работают многочисленные экспедиции советских ученых, вносящих свою лепту в дело процветания этого замечательного уголка нашей Родины.



НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

ФИЗИЧЕСКИЙ ЭТАЛОН ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ

С давних времен в качестве мерила времени человечество выбрало период смены дня и ночи, т. е. длительность солнечных суток. За единицу времени принимается средняя солнечная секунда, которая является $1/86400$ частью длительности средних солнечных суток¹.

Звездные наблюдения позволяют точно установить длительность суток, но этого недостаточно для практических целей. Нужно иметь возможность считать время в любой момент. Другими словами — нужны приборы, хранящие время, или, иначе, часы.

Еще вавилонянами и египтянами применялись приборы, хранящие время. Это были весьма несовершенные приборы, в которых промежутки времени измерялись по количеству вытекшей жидкости.

Поистине гигантский шаг вперед в области создания часов был сделан после открытия в 1538 г. маятника Галилеем. Маятник как колебательная система с большим постоянством периода служит с тех пор основным элементом часов. Маятниковые часы — почти единственный прибор для измерения и хранения времени не только в быту, но также и для точных научных целей.

Коренным отличием маятниковых, а также других часов, о которых мы скажем ниже, от часов с истечением жидкости является, как известно, применение в них колебательной системы, т. е. системы, имеющей периодический характер движения. Если колебания этой системы поддерживаются притоком энергии извне на определенном уровне, или, как говорят, в системе существуют автоколебания, то колебательный процесс может длиться сколь угодно длительное время и будет в какой-то степени

имитировать наш основной эталон времени — вращающийся земной шар.

Наиболее точными маятниковыми часами являются астрономические часы. Это сложные и весьма delicate, требующие высококвалифицированного обслуживания приборы. Астрономические часы сконструированы так, что уменьшена зависимость периода колебаний маятника от температуры, от амплитуды колебаний и т. д. Эти часы устанавливаются группами, чтобы можно было их систематически взаимно сличать. Случайные вариации хода хороших астрономических часов составляют величину порядка $0,002$ сек. в сутки.

Точность астрономических часов была превзойдена так называемыми «кварцевыми часами». Эти часы родились на основе достижений радиотехники, той отрасли техники, которая использует высокочастотные электрические колебания. Пути, найденные радиотехникой для стабилизации частот колебаний, легли в основу конструкции кварцевых часов. Здесь в качестве колебательной системы применен кусок кристаллического кварца. Этот кусок, имеющий форму бруска, кольца или пластинки, соответствующим образом укреплен в специальных держателях. В такой кварцевой колебательной системе колебания возбуждаются благодаря пьезоэлектрическому эффекту, которым обладает кристалл кварца, и поддерживаются притоком энергии от электрической батареи, управляемым электронной лампой. В отличие от маятниковых часов, маятник которых совершает примерно одно колебание в секунду, в кварцевых часах колеблющийся кварц совершает в секунду 10^5 — 10^6 колебаний. Постоянство периода колебаний кварца исключительно высоко, и современные кварцевые часы имеют вариации хода по крайней мере на порядок меньшие, чем маятниковые, т. е. $0,0002$ — $0,0001$ сек. в сутки.

¹ Длительность средних солнечных суток на $1/365$ больше длительности звездных суток.

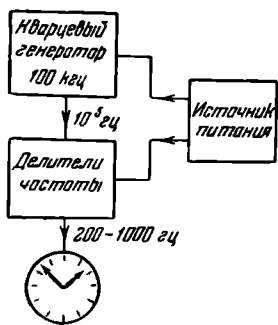


Рис. 1. Схма кварцевых часов

управляющегося этим сигналом, который через соответствующую механическую передачу вращает стрелки часов.

Благодаря специфике радиотехнических методов измерений оказывается возможным производить взаимные сличения группы часов с исключительно высокой точностью. Это обстоятельство, а также высокое постоянство хода кварцевых часов сделало, например, возможным наблюдение таких малых изменений, как годовые изменения длительности суток.

Имеется еще много возможностей для совершенствования кварцевых часов, но несомненно, что эти часы всегда останутся устройством, имитирующим наш основной эталон времени — вращающийся земной шар. Каждый новый экземпляр таких часов будет требовать особой подгонки и отдельного контроля по звездным наблюдениям.

В последнее время наметился принципиально новый путь эталонирования времени, который базируется на использовании молекул и атомов вещества в качестве колебательных систем часов. Принципиальное отличие такой микроскопической колебательной системы от всех до сих пор применявшихся систем, таких как маятник и пластинка кварца, заключается в том, что она состоит из малого числа элементарных частиц.

Периодические движения в таких элементарных системах, как молекула или атом, очень стабильны. Это замечательное свойство микросистем обеспечивает полную воспроизводимость созданного на их основе эталона. Например, в настоящее время известен эталон длины, основанный на длине волны линий спектра излучения кадмия или ртути. При использовании такого эталона нет необходимости производить сличения меры длины с эталонной мерой, достаточно ее измерить в длинах волн выбранной спектральной линии. Таким же свойством воспроизводимости будет обладать и эталон частоты и

времени, основанный на использовании молекулярных и атомных колебательных систем.

На рис. 1 схематически показано устройство кварцевых часов. Они состоят из помещенного в термостат эталонного кварцевого генератора, дающего колебания с частотой 0,1—1 мгц; делителя частоты—устройства, которое делит частоту сигнала от кварцевого генератора так, что сигнал на его выходе имеет частоту 200—1000 гц, и синхронного мотора, управ-

ляющегося этим сигналом, который через соответствующую механическую передачу вращает стрелки часов.

Как известно, излучение и поглощение электромагнитных волн всегда связано с колебаниями электрических зарядов. Так, в радиотехнике излучение антенны радиопередающей станции связано с колебаниями в ней электрических зарядов, возбуждаемых генератором — передатчиком; прием сигнала радиоприемником происходит благодаря тому, что внешнее электромагнитное поле излучения создает в приемной антенне колебания зарядов, усиливаемые и преобразуемые приемником. В последнем случае приемная антенна с присоединенным приемником служит поглотителем энергии электромагнитных волн, в поле которых она находится. Излучение и поглощение электромагнитных волн атомом и молекулой также связано с движением электрических зарядов.

Но если эти представления классической физики об излучении и поглощении вполне строгий в применении к обычным колебательным системам радиотехники, то в применении к атому или молекуле они требуют уточнения в соответствии с представлениями квантовой теории, согласно которой уровни энергетических состояний атомов и молекул образуют характерный для данного атома или молекулы ряд: $E = E_1, E_2, E_3 \dots E_n$, где E_k — полная энергия атома или молекулы в данном состоянии. Переход же атома или молекулы из одного энергетического состояния в другое всегда сопровождается излучением или поглощением энергии:

$$h\nu = E_m - E_n,$$

где h — постоянная Планка, а ν — частота излучения.

Частота спектральной линии ν имеет тем меньшую величину, чем меньше разность $E_m - E_n$. Эти разности энергии, а следовательно и частота ν , относительно велики для переходов в электронной оболочке атома даже для двух соседних близких уровней. В этом случае излучаются или поглощаются световые волны. В молекулах, однако, возможны такие энергетические состояния, для которых разность $E_m - E_n$ настолько мала, что соответствующие этим энергетическим разностям частоты лежат уже в области миллиметровых и сантиметровых электромагнитных волн. Вот почему развитие техники микроволн открыло новую область исследований — радиоспектроскопию, которая, с одной стороны, позволила изучить излучение различных газов и паров и тем углубить наши знания в области строения соответствующих молекул, а с другой — впервые дала возможность поставить вопрос о создании принципиально нового эталона частоты.

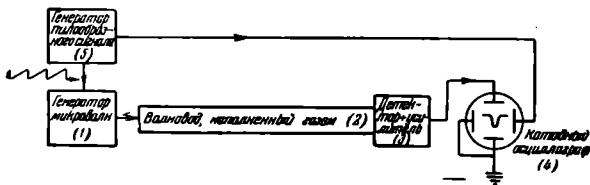


Рис. 2. Схема радиоспектрометра

Для наблюдения микроволновых линий поглощения в газах применяется радиоспектрометр, устройство которого схематически показано на рис. 2. Он состоит из генератора микроволн (1), волновода, наполненного исследуемым газом — так называемой «поглощающей ячейки» (2), детектора с усилителем (3), катодного осциллографа (4) и генератора пилообразного сигнала (5). Если изменять частоту излучения генератора (1) в некоторых пределах, то при совпадении ее с частотой определенного энергетического перехода в молекулах газа произойдет поглощение энергии, и приемное устройство на выходном конце волновода зарегистрирует уменьшение амплитуды волны. Для наблюдения спектра поглощения частоту генератора (1) изменяют по пилообразному закону при помощи генератора (5). По тому же закону происходит горизонтальное смещение электронного луча катодного осциллографа, в то время как вертикальное смещение пропорционально интенсивности проходящего через газ излучения. Таким образом, электронный луч вычерчивает на экране осциллографа график зависимости интенсивности прошедшего через волновод излучения от его частоты. Изменяя величину пилообразного напряжения, можно наблюдать участки спектра поглощения желаемой ширины и рассматривать, например, только какую-нибудь одну линию поглощения. На рис. 3 показана фотография экрана осциллографа, на котором регистрируется линия поглощения аммиака.

Каким же путем можно использовать такое избирательное поглощение в газе для целей хранения времени?

Очевидно, для этого необходимо создать генератор электрических колебаний, частота которых определялась бы частотой спектральной линии, или, как говорят, генератор, стабилизированный спектральной линией. Затем нужно поделить частоту этого генератора, так, чтобы полученный в результате переменный ток низкой частоты можно было использовать для вращения синхронного мотора часов, подобно тому как это сделано в кварцевых часах. Это и будут часы нового типа. Задача деления частоты, начиная от столь высоких частот, как частоты спектральных линий поглощения, еще не имеет в на-

стоящее время практического решения. Мы увидим ниже, каким путем можно все же приблизиться к решению задачи хранения времени, не применяя таких делителей частоты.

Существуют два принципиально различных метода стабилизации частоты: метод прямой стабилизации и метод автоматического регулирования. Поясним это на примерах. В обычных маятниковых часах маятник при каждом своем качании спускает ходовое колесо часов на один зубец. Следовательно, частота скачков ходового колеса жестко определяется периодом качания маятника. Так же протекают явления и в кварцевом генераторе: частота генерируемого переменного тока жестко определяется периодом механических колебаний кварца. Если он постоянен, то постоянна будет и частота генерируемого переменного тока. Такова сущность метода прямой стабилизации частоты.

Метод автоматического регулирования можно иллюстрировать на примере центробежного регулятора паровой машины или патефонного мотора. Здесь при изменении скорости вращения вала, а значит и регулятора, нарушается равновесие между центробежной силой и упругой силой пружины механизма регулятора, в результате чего регулятор приводит в действие тот или иной механизм, воздействующий на скорость вращения вала (подача пара в паровой машине, тормоз в патефоне). При таком методе нет жесткой связи между числом оборотов вала в секунду и воздействием на него со стороны регулятора; регулятор «возвращает» скорость к ее прежнему значению уже после того, как произошло ее изменение. Поэтому такой метод не столь эффективен, как прямой. Однако в силу ряда причин стабилизация частоты линией поглощения производится именно последним методом.

Основным элементом здесь (см. рис. 4) является знакомая уже нам схема радиоспектрометра (обведена пунктиром). Стабилизированный генератор (G_1), работающий на полезную нагрузку (H), подает свой сигнал на смеситель (C_m), куда одновременно подан сигнал от генератора микроволн (G_2) радиоспектрометра. Частота генератора (G_2), изменяясь, достигает значения, равного частоте выбранной спектральной линии (f_r). Тогда, как мы знаем, детектор (D_1) спектрометра выработает



Рис. 3. Линия поглощения аммиака «3,3» на экране катодного осциллографа радиоспектрометра

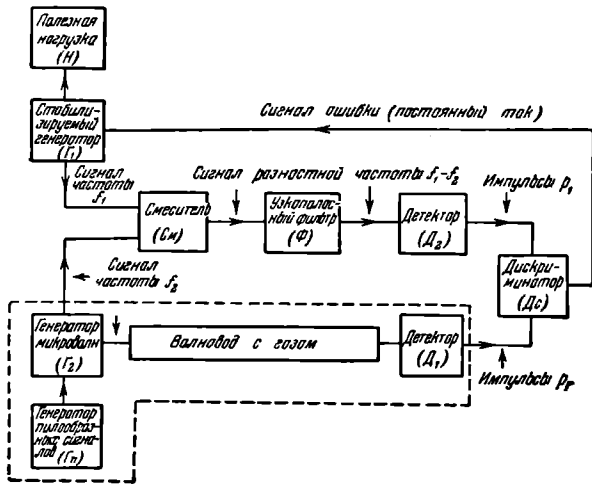


Рис. 4. Схема генератора, стабилизированного на частоте спектральной линии поглощения газа

сигнал в виде импульса p_1 . С другой стороны, на выходе смесителя, в результате одновременного действия сигналов от генераторов $(Г_1)$ и $(Г_2)$, получится сигнал, частота которого будет равна разности частот обоих генераторов. Вблизи полного равенства этих частот разностная частота будет достаточно низкой (звуковой), чтобы ее пропустил узкополосный фильтр Φ , и детектор $(Д_2)$ после фильтра выработает сигнал в виде импульса (p_1) . Импульсы p_1 и p_2 будут повторяться с частотой генератора пилообразного сигнала $(Г_3)$. Эти импульсы в общем случае будут появляться не одновременно. Дискриминатор $(Д_с)$ вырабатывает сигнал ошибки в виде импульса постоянного тока, величина которого пропорциональна величине промежутка времени между импульсами p_1 и p_2 , а знак (направление тока) зависит от того, опережает или отстает импульс p_1 от импульса p_2 . Такое устройство непрерывно контролирует отклонение частоты генератора $(Г_1)$ от частоты линии поглощения газа и автоматически подправляет его частоту на минимальное отклонение.

Качество такого генератора, как и всякого другого, предназначенного для возбуждения колебаний постоянной частоты, оценивается по величинам наблюдаемых ее изменений. В современных генераторах такого типа наблюдаются относительные изменения частоты порядка $\pm 10^{-8}$. Если применить известные усовершенствования, то можно эти отклонения значительно уменьшить.

В настоящее время исследовано поглощение большого числа газов в микроволновом диапазоне и ведутся дальнейшие работы в этой области. Обнаружено и исследовано большое число линий, но

лишь немногие из них обладают интенсивностью, достаточной для стабилизации частоты генераторов. Наиболее интенсивным поглотителем является аммиак, в особенности его линия, обозначаемая символом «3,3». Центр линии поглощения аммиака имеет частоту 23870,1 мгц. Эта линия дает в волноводе длину в 1 м поглощение мощности порядка 10% от введенной. В генераторах со схемой, аналогичной рис. 4, волновод имеет длину 3—6 м и наполнен аммиаком при давлении около 10^{-3} мм рт. ст. Чтобы уменьшить габариты волновода, его обычно сворачивают в спираль.

Прежде чем перейти к оценке возможности использования такого генератора для хранения времени, остановимся несколько подробнее на устойчивости частоты (или хода часов). На рис. 5а показан график изменений частоты описанного выше спектрального генератора, в котором используется аммиак. Автоматическое регулирование частоты ограничивает ее изменение пределами, показанными двумя горизонтальными линиями, отстоящими одна от другой на величину порядка $2 \cdot 10^{-7} f_0$, где f_0 — частота линии поглощения. Поэтому в данный момент времени частота может иметь любое значение, лежащее между этими линиями, но если работа аппаратуры происходит в постоянном режиме, то частота никогда не выйдет за эти пределы. О генераторе такого типа можно сказать, что он обладает плохой короткопериодной стабильностью частоты, но хорошей долгопериодной стабильностью. На рис. 5б показан график изменений частоты кварцевого генератора хороших кварцевых часов. Частота здесь изменяется непрерывно в одну сторону и имеет сверх того короткопериодные вариации. Непрерывные изменения частоты (дрейф частоты) связаны с процессами, происходящими главным образом в поверхностном слое кристалла кварца, короткопериодные вариации — с непостоянством температуры в термостате, с изменением питающих генератор напряжений и пр. Дрейф частоты достигает за сутки величины порядка $1 \cdot 10^{-9} f$ и даже меньше. Поэтому изменения частоты кварцевого генератора достигают величины порядка $1 \cdot 10^{-7} f_0$ за 3—4 ме-

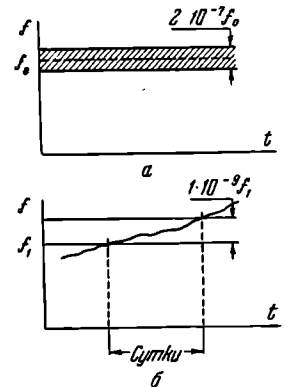


Рис. 5. Изменение частоты спектрального (а) и кварцевого (б) генераторов с течением времени

сяца и более. Благодаря систематическим наблюдениям за ходом группы часов и астрономическим наблюдениям дрейф периодически исправляется путем регулирования частоты генератора, так что она остается постоянной в пределах $1.10^{-8} f_0$. Короткопериодные вариации частоты для кварцевого генератора часов составляют величину порядка $2.10^{-10} f_0$ за час. Отсюда мы видим, что спектральный генератор пока еще значительно уступает кварцевому. В существующем виде он может конкурировать с кварцевым только в том отношении, что для промежутка времени любой длительности гарантирует неизменность частоты в пределах $10^{-7} f_0$.

Если спектральный генератор снабдить цепочкой делителей частоты и синхронным мотором, приводящим в движение стрелки часов, то, как уже указывалось, мы получим часы, которые могут быть названы «спектральными часами». Но для успешной конкуренции с кварцевыми часами необходимо, чтобы эти часы обладали длительной непрерывностью хода и меньшей величиной короткопериодных вариаций частоты, чем та, что получена в настоящее время. Делаются попытки облегчить решение задачи выбором линии поглощения, обладающей более низкой частотой, и вместо обычного аммиака использовать дейтерированный аммиак. Молекула аммиака состоит из трех атомов водорода, расположенных в вершинах равностороннего треугольника, и одного атома азота, помещающегося над плоскостью этого треугольника, над его центром. Таким образом, молекула аммиака имеет форму треугольной пирамиды с атомом азота в своей вершине. Если водородные

атомы в молекуле заменить атомами тяжелого водорода (дейтерия), то получим молекулу дейтерированного аммиака. Расчеты показали, что этот газ должен иметь интенсивные линии поглощения при значительно более низких частотах, например при частоте около 1600 *мгц*.

Американским Бюро стандартов было предложено комбинированное решение задачи, в котором кварцевые часы, обладающие значительным дрейфом, но малыми короткопериодными вариациями, корректируются по линии поглощения аммиака при помощи устройства, в принципе сходного с устройством описанного выше спектрального генератора. Таким образом, была сделана попытка заменить корректирование хода кварцевых часов по астрономическим наблюдениям автоматической коррекцией по спектральной линии поглощения аммиака или какой-либо иной. Этому устройству было дано претенциозное название — «атомные часы».

Испытание таких часов показало, что они дают вариации частоты порядка 1.10^{-7} , т. е. гораздо большие, чем у кварцевых часов. Следовательно, они еще не могут заменить кварцевые часы.

Так обстоит дело с использованием спектральных линий поглощения в газах для целей хранения частоты и времени. Устройства, основанные на использовании этих линий, пока еще обладают многими недостатками. Тем не менее описанными выше работами впервые положено начало практического использования микроскопических колебательных систем. Будущее покажет, какой точности можно достичь их применением.

Б. К. Шембель
Доктор технических наук

ДИССИМЕТРИЯ СТРОЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ТЕЛ

Внешние формы различных тел можно разбить на две большие группы: одни дают зеркальное изображение, целиком совпадающее с предметом, а другие — зеркальное изображение, которое хотя и отображает все подробности формы предмета, но не совпадает с ним при наложении. Прямая лестница, ветвь с парными листьями, куб, человеческое тело — все это примеры первой группы тел, обладающих плоскостью симметрии. Тела второй группы также часто встречаются в жизни: винтовая лестница, стебли вьющихся растений с непарными листьями, — эти тела не имеют плоскости симметрии, они диссимметричны. В неорганическом мире можно найти диссимметрически построенные кристаллы, например кристаллы кварца.

Кроме внешней существует еще внутренняя диссимметрия — диссимметрия молекул. Вещества, со-

стоящие из таких молекул, обладают оптической активностью, т. е. способностью поворачивать плоскость поляризации света на некоторый угол. Этот угол поворота измеряется при помощи особого прибора, так называемого поляриметра.

Если при прохождении через оптически активное вещество луча поляризованного света плоскость поляризации его поворачивается по часовой стрелке (луч света направлен в глаз наблюдателя), то такое вещество называют правовращающим; вещество, повертывающее плоскость поляризации в противоположную сторону, называется левовращающим. Правовращающие и левовращающие вещества называют иногда оптическими изомерами, или антиподами.

Пастер в 1848 г. на примере диссимметричных кристаллов винной кислоты показал, что диссимметрия

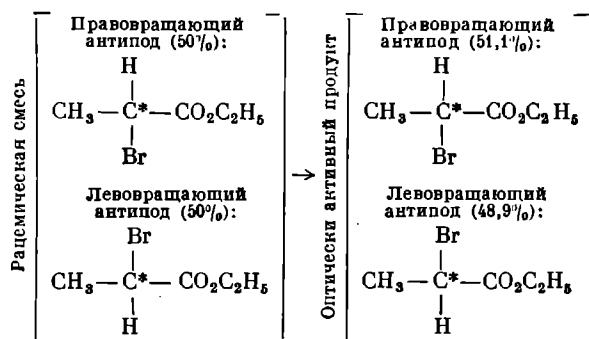
связана со строением молекул¹. И что самое интересное, как оказалось впоследствии, белок, составляющий основу протоплазмы всех животных и растительных организмов, не только диссимметричен, но и содержит в себе преимущественно только левовращающие аминокислоты.

Пастер сделал вывод, что диссимметрия молекул веществ в живой природе могла возникнуть под влиянием какого-то диссимметрического фактора, как он говорил, «космических диссимметрических сил». Для проверки своих предположений, с целью ввести диссимметрические факторы в процесс образования кристаллов, он применил мощные магниты. Несколько позднее Пастер воспользовался приборами с часовыми механизмами, надеясь при помощи гелиостата и рефлектора добиться развития растений в таких условиях, в которых движение Солнца было бы обратным естественному видимому его движению. Кроме того, Пастер пытался, имитируя силу притяжения, проводить образование асимметрических² веществ в быстро вращающихся трубках. Аналогичные работы были выполнены позднее и другими авторами, однако все они окончились неудачей. Все эти опыты, как установил в 1884 г. П. Кюри, и должны были закончиться неудачей, так как они основывались на ложном понимании диссимметричности механического вращения и полярности магнитного поля.

После разъяснения, данного Кюри, исследователи обратились к поляризованному свету с целью использовать его в качестве асимметризирующего фактора при фотохимических реакциях. Начиная с 1904 г. было выполнено большое число опытов по проведению реакций под фотохимическим воздействием циркулярно-поляризованного света. Общая схема этих реакций может быть показана на примере асимметрического разложения этилового эфира α-бромпропионовой кислоты, содержащего, как видно из формулы, асимметрический атом углерода (помеченный звездочкой). При этом из исходной рацемической (содержащей равные количества право- и левовращающих антиподов) смеси, вследствие различной скорости разложения антиподов, в продукте реакции обнаруживается избыток одного из них.

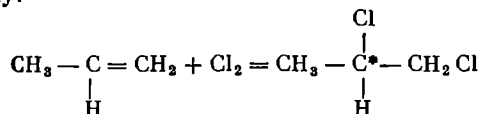
Так, если в результате реакции разлагается и уходит из сферы реакции 10% исходного вещества и из них, скажем, 4% приходится на долю одного антипода (например, правовращающего) и 6% — на

долю другого (левовращающего), тогда продукт будет содержать 51,1% правовращающего антипода и 48,9% левовращающего антипода.



В результате такого, так называемого «деструктивного асимметрического синтеза»¹, продукт реакции будет обладать оптической активностью, и плоскость поляризации повернется вправо.

В том случае, когда при химической реакции происходит не разложение, а соединение двух веществ, состоящих из симметричных молекул, с образованием асимметрического соединения, мы имеем дело с так называемым «абсолютным асимметрическим синтезом». Примером такого синтеза может служить присоединение хлора к пропилену:



Как видно из уравнения, в результате этой реакции образуется соединение с асимметрическим атомом углерода, и, если реакцию вести под воздействием циркулярно-поляризованного света, продукт не будет рацемической смесью, а в нем появится избыток одного из антиподов, т. е. он будет оптически активным.

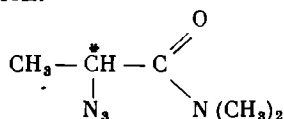
Первоначально все подобные опыты заканчивались неудачей. Для успеха необходимо, чтобы участвующие в реакции вещества обладали максимальной чувствительностью к фотохимическому действию света с данной длиной волны и в то же время максимальной избирательной способностью к поглощению правой или левой компоненты циркулярно-поляризованного света. Это было установлено лишь в

¹ См. обзор в «Ученых записках МГУ», т. 151, 1951, № 8, стр. 145.

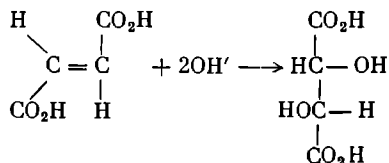
² Асимметрической называется фигура, не имеющая никаких элементов симметрии, в отличие от диссимметрической, которая может обладать элементами симметрии (простые оси поворота, винтовые оси, оси переносов).

¹ Правильнее было бы употреблять в этом случае термин «диссимметрический синтез» и «диссимметрический атом углерода», однако здесь, как и в дальнейшем, мы будем следовать укоренившимся в органической химии определениям — «асимметрический синтез», «асимметрический атом» и т. д.

1929 г., когда было показано, что действительно облучение циркулярно-поляризованным светом легко разлагающихся под его воздействием веществ вызывает в продуктах реакции оптическую активность. Деструктивный асимметрический синтез удалось осуществить сначала на рацемическом α-бромэтилпропионате (о нем было сказано выше), а затем на рацемическом диметиламиде α-азидпропионовой кислоты:

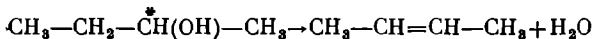


Примеры абсолютного асимметрического синтеза были даны несколько позже (в 1934—1939 гг.), когда из совершенно симметричного исходного соединения, например фумаровой кислоты, был получен путем асимметрического присоединения гидроксила продукт с заметной оптической активностью — винная кислота:



Следует подчеркнуть, что при этом была получена правовращающая винная кислота, т. е. та ее оптическая форма, которая встречается в природе.

Несколько позже было сделано другое важное наблюдение. Было установлено, что, помимо циркулярно-поляризованного света, оптическую активность вызывают кристаллы оптически активного кварца, покрытые тонким слоем металла (медь, никель или платина). Такие кристаллы при 300—400° вызывают асимметрическое разложение вторичного бутилового спирта:

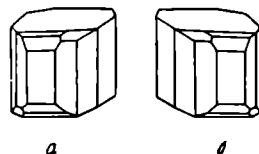


Из формулы видно, что один из атомов углерода (помечен звездочкой) асимметричен. Поэтому при разложении рацемической смеси вследствие различной скорости разложения античудов образуется избыток одного из них. В результате продукт реакции получит оптическую активность. Нужно отметить, что практически превращение испытывает не весь бутиловый спирт, как следует из уравнения реакции, а только часть его, поэтому продукт реакции будет состоять из непрореагировавшей части спирта, бутилена и воды.

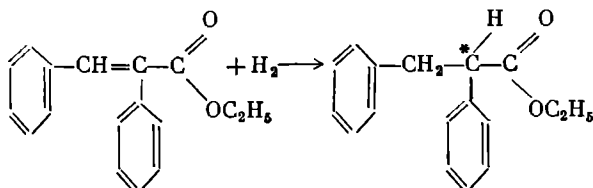
В 1950 г. эти опыты были воспроизведены, а за-

тем число их было увеличено рядом новых асимметрических реакций¹.

Были осуществлены также опыты по абсолютному асимметрическому синтезу, исходным материалом которого служили вещества, не содержащие диссимметричных молекул. В качестве примера приведем следующую схему присоединения водорода к эфиру α-фенилкоричной кислоты:



Правый (а) и левый (б) кристаллы соли винной кислоты



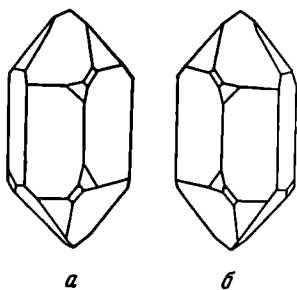
В результате реакции из двух молекул симметричного строения возникает молекула с асимметрическим атомом углерода. Продукт реакции — не рацемическая смесь, он обладает оптической активностью.

Перечисленные опыты имеют несомненно огромное принципиальное значение, так как они позволяют добавить к уже известному вероятному асимметризирующему фактору неорганической природы — циркулярно-поляризованному свету — еще один асимметризирующий фактор — диссимметрическую решетку оптически активных кристаллов. К таким кристаллам, кроме кварца, относятся кристаллы киновари, хлората натрия, а из органических соединений — кристаллы мочевины, бензила и других.

На основании этих фактов может быть сделано весьма вероятное предположение, что диссимметрия, столь характерная для живой природы, возникла при образовании сложных органических соединений на заре зарождения жизни на Земле, благодаря комплексному воздействию на них циркулярно-поляризованного света и оптически активных кристаллов, в избытке находящихся на поверхности Земли.

Вопросу о происхождении жизни на Земле в последнее время все больше уделяется внимания как в научной литературе, так и на страницах научно-популярных журналов и брошюр. Основной вклад в освещение этой проблемы сделан советскими уче-

¹ См. «Доклады Академии наук СССР», т. LXXIV, 1951, № 5, стр. 947; т. LXXVIII, № 3, стр. 485.



Правый (а) и левый (б) кристаллы кварца

ными. Хорошо известны работы А. И. Опарина, Н. Г. Холодного и др.¹, в которых дается стройная картина возникновения живого вещества в отдаленную эпоху существования Земли. При изучении этой проблемы нужно иметь в виду, что живое вещество по

своему молекулярному строению всегда диссимметрично. Недалеко то время, когда можно будет синтезировать белковое тело, в точности сходное по внутренней структуре с естественным белком, но если исходные простейшие аминокислоты были рацемическими, то такой белок, обладая меньшим запасом энергии, будет и менее жизнеспособен, он, не будучи в состоянии вступать во взаимодействие с окружающей средой, быстро распадется².

Несомненно, недооценка проблемы диссимметрии живого вещества является слабым местом существующих гипотез о происхождении жизни. Лишь в последнее время этому вопросу стали уделять серьезное внимание. Например, в работах А. И. Опарина указывается на возможность протекания первичного асимметрического синтеза под действием циркулярно-поляризованного света.

Учитывая этот важный момент — асимметризацию органической материи как необходимый этап в развитии живого вещества, — можно представить себе картину возникновения на Земле органического асимметрического вещества. Поскольку наше изложение может служить лишь дополнением к работам А. И. Опарина, с достаточной полнотой освещающим проблему образования первичного живого вещества³, мы опускаем рассмотрение стадий образования первичных органических веществ и начнем с того момента, когда стали образовываться отдельные каплеобразные частицы, резко отграниченные от окружающей водной среды, но пропитанные влагой, — так называемые коацерваты.

С течением времени часть этих еще безжизненных коацерватов распалась, а другая часть продолжала «развиваться», расти за счет поглощения

новых веществ и усложнения своего состава. Основным фактором развития коацерватов в более сложные коллоидальные образования, характеризующиеся не только внешним, но и внутренним сходством с простейшими организмами-комочками неопрофульной протоплазмы, послужила способность их к поглощению веществ из окружающей среды.

Нам представляется вероятным, что по мере изменения внешних условий (высыхание ряда мелких водоемов) коацерваты попадали в новые, более сложные условия, в которых они могли адсорбироваться на различных минеральных породах, растекаясь по их поверхности тонким слоем. Эта способность коацерватов оказалась чрезвычайно важной для дальнейшего их превращения в живое вещество.

Среди минералов, рассеянных по поверхности Земли, в большом количестве были оптически активные кристаллы кварца, киновари и др. И вот при накоплении на таких кристаллах неживого коллоидального органического вещества начал осуществляться в дальнейшем его асимметрический синтез, точнее его первая стадия — асимметрическая адсорбция. Оптически активные кристаллы играли роль асимметрического адсорбента, на поверхности которого происходила преимущественная адсорбция того или другого оптического антипода. В целом, однако, сами кристаллы не могли явиться асимметризирующим фактором, так как в природе количество право- и левовращающих кристаллов одинаково. Следовательно, эти кристаллы могли лишь «облегчить» осуществление асимметрического синтеза, протекающего уже под влиянием другого асимметризирующего фактора — циркулярно-поляризованного солнечного света, рассеянного атмосферой. На протяжении миллионов лет эволюции живого мира правый компонент¹ этого света способствовал большему накоплению в молекуле протоплазмы одного структурного изомера.

Таким путем начало образовываться диссимметрическое живое первичное вещество, обладающее еще слабыми признаками жизни, так называемые пробионты, предшественники простейших живых организмов — архебионтов. Однако не следует думать, что асимметризация органической материи происходила только на стадии развития пробионтов. Диссимметрические отборочные факторы действовали непрерывно на протяжении всей истории развития живого вещества, и под их влиянием происходило формирование современной живой

¹ См. А. И. Опарин. Происхождение жизни на Земле, 1950; Н. Г. Холодный. Среди природы и в лаборатории, 1949.

² См. Journal of biological chemistry, v. 15, 1913, p. 203.

³ См. «Природа», 1952, № 4, стр. 7.

¹ См. Berichte d. Deutschen Chemischen Gesellschaften, B. 37, 1904, S. 4696; B. 42, 1909, S. 141; Zeitschrift f. Physikalische Chemie, B. 49, 1904, S. 641; Journal of the American Chemical Society, v. 57, 1935, p. 377.

материи. Существуют доказательства преобразующего действия их на организмы вплоть до четвертичного периода. В момент же образования пробрионтов это воздействие сказалось особенно резко: из совершенно симметричной материи начало образовываться диссимметрическое вещество, обладающее большим запасом энергии и в большей степени, чем недиссимметрическое, способное к реакции.

Легко себе представить, как велик должен быть промежуток времени, прошедший от зарождения органического вещества до образования высокоорганизованных организмов — простейших растений и животных. Время столь велико, процессы так много-

образны, что случайные, преходящие факторы не должны были играть существенной роли, зато влияние постоянно действующих факторов (циркулярно-поляризованный свет, диссимметрическая решетка кристаллов), как бы ни незначительно было их воздействие, должно было отразиться на целесообразном построении диссимметрической белковой молекулы. Наша задача состоит в том, чтобы подчеркнуть диссимметрию молекул белков, углеводов, эту особенность жизненно необходимых веществ, и привлечь внимание к этой очень важной в научном и философском смысле проблеме, которая еще далека от своего окончательного решения.

Е. И. К л а б у н о в с к и й
Кандидат химических наук,

В. В. П а т р и к е е в
Кандидат химических наук
Институт органической химии Академии наук СССР

МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫХОДА САХАРА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СВЕКЛЫ

В сахарной промышленности в последние годы осуществлен ряд технических усовершенствований, позволяющих снизить потери сахара в процессе производства и получить значительно больше продукции из перерабатываемого сырья.

В клеточном соке свеклы, кроме сахарозы, имеется 2—2,5% других примесей, так называемые несахара. В результате очистки клеточного сока свеклы по принятой технологической схеме удаляется только около 40% этих примесей. Таким образом, в соке остается 60% неудаленных примесей, в состав которых входят минеральные и органические вещества. Это уменьшает кристаллизационную способность сахарного раствора. Получаемый в процессе производства отход в виде раствора, из которого при существующих методах нельзя получить сахар в кристаллическом виде, носит название кормовой патоки.

Если учесть, что свекла имела 20% сахара, то потери его во всех процессах до кристаллизационного составляют 1% к весу свеклы (речь идет о фактических потерях сахара, какие мы имеем при извлечении сока из свеклы). В кормовой патоке содержится 2% сахара к весу свеклы. Следовательно, всего потери сахара в производстве составляют 3%, и выход готовой продукции — белого кристаллического сахара — составляет только 17% к весу свеклы.

В состав кормовой патоки, количество которой равно около 4% к весу свеклы, входят 82% сухих веществ, в том числе 50% сахара и 32% несахаров.

Несахаристые вещества, находящиеся в патоке, делают ее непригодной для пищи. Она применяется в качестве сырья для выработки спирта, получения молочной и лимонной кислот, глицерина, комбикорма и др. Хотя патока и используется в других производствах, но для сахарного производства — это прямая и самая крупная потеря сахара. Если бы можно было полностью извлечь сахар из патоки, то в 1954 г. дополнительно получено было бы около 4 млн. ц сахара. Разработке способов уменьшения потерь сахара в процессе производства уделяет большое внимание Всесоюзный центральный научно-исследовательский институт сахарной промышленности.

Сепарация (обессахаривание) патоки. Известно, что сахароза с щелочно-земельными металлами (кальций, стронций, барий) может давать малорастворимые соединения, так называемые сахараты. Если к сахарному раствору добавить известь в таком количестве, чтобы на одну молекулу сахарозы приходилось три молекулы окиси кальция (CaO), то при известных условиях выпадает осадок в виде трикальциевого сахарата ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot 3\text{CaO}$). Приготовив из полученного осадка водную суспензию и обработав ее углекислым газом (CO_2), можно произвести разложение сахарата на сахарозу и углекислый кальций (CaCO_3). Сахароза в этом случае будет находиться в растворе, а углекислый кальций — в осадке. После отделения осадка получается сахарный раствор, из которого можно получить сахар в кристаллическом виде. В таком же примерно по-

рядке протекает процесс при применении соединенной стронция и бария.

Сахар, содержащийся в кормовой патоке, также может быть осажден известью в виде трикальциевого сахарата и затем выделен в виде осадка. Такой способ извлечения сахара из кормовой патоки, носящий название сепарации, широко внедряется теперь в промышленность. Баритовый и стронцианный способы технически значительно сложнее по выполнению, почему и не получили достаточного распространения.

Известковая сепарация производится по следующей технологической схеме. В раствор кормовой патоки, содержащий 5—6% сахара, при температуре не выше 12° добавляется свежееобожженная известь. Реакция осаждения проводится в сосуде, в котором имеется приспособление для размешивания и устройство для охлаждения раствора. Охлаждение необходимо производить непрерывно, так как реакция образования трикальциевого сахарата сопровождается выделением тепла. Повышение же температуры раствора увеличивает растворимость осадка. Известь применяется в мелкодисперсном состоянии.

Следующая операция — фильтрация и промывка осадка сахарата. Для этой цели применяют непрерывно действующие вакуум-фильтры, благодаря которым процесс фильтрации и промывки полностью механизирован.

Фильтрат, еще содержащий небольшое количество сахарата, подогревают до температуры 95°, и выпавший при этом осадок трисахарата вторично отфильтровывают. Трисахарат, полученный при первой и второй фильтрации, собирается вместе и после разбавления передается в виде суспензии на сахарный завод, где он используется при очистке сока вместо извести. При таком комбинированном способе работы общий расход извести на заводе не увеличивается.

После вторичной фильтрации в фильтрате находятся несахаристые вещества патоки. Этот фильтрат, носящий название черного щелока, может быть использован для получения ряда соединений (поташ, аминокислоты, цианистые соли и др.).

Обычно сепарационные цехи строятся производительностью, равной количеству кормовой патоки, получаемой на сахарном заводе. Для среднего сахарного завода сепарационный цех должен иметь производительность около 50—60 т патоки в сутки, при переработке которой можно дополнительно получить около 20 т сахара. При работе завода в течение сезона (150 суток) можно получить дополнительно из патоки 3000 т сахара в год.

Существенный недостаток сепарационного способа получения сахара из патоки — относительная

сложность процесса, требующая большого количества оборудования.

В нашем Институте разработан упрощенный способ известковой сепарации патоки. В этом способе такая сложная и тяжелая в санитарном отношении операция, как приготовление известковой пыли, полностью исключена. Пыль заменена кусковой известью, а для реакции образования трикальциевого сахарата использованы шаровые мельницы. Проверка этого способа в заводских условиях в сезон 1953/54 г. показала высокую эффективность его, и в ближайшие годы этот способ найдет широкое распространение в промышленности.

Применение ионитов для очистки соков. В кормовой патоке — около 70% всех потерь сахара в производстве. Для того чтобы снизить эти потери, необходимо полнее удалить несахаристые вещества, которые остаются в соке после его очистки по применяемой технологической схеме (обработка известью и углекислым газом). До самого последнего времени эту задачу не удавалось разрешить. Положение изменилось, когда в 1935—1938 гг. были синтетическим путем получены искусственные смолы, способные к обмену ионов. Синтетические органические иониты в виде твердых гранул размером 0,5—1 мм делятся на две группы. К первой из них относятся вещества, обладающие свойствами кислот и способные к обмену катионов — катиониты. Они представляют собой продукты полимеризации стирола или конденсации фенола с формальдегидом. В результате специальной обработки в их состав вводятся активные кислые группы (SO_3H , $\text{CH}_2\text{SO}_3\text{H}$, COOH), структурно связанные с органическим скелетом нерастворимой смолы и потому также не могущие переходить в раствор. Подвижными остаются только водородные ионы этих групп или замещающие их катионы.

Вторую группу образуют вещества, обладающие свойствами оснований, способные к обмену анионов — аниониты. Их свойства определяются присутствующими в них аминными и иминными группами. Ионообменный процесс можно рассматривать как гетерогенную химическую реакцию между активными группами смол и ионами раствора, протекающую в соответствии с законом действующих масс.

Если нечистый сахарный раствор, в состав которого входят зольные элементы (K, Na, Ca, Mg) и органические вещества (органические безазотистые и азотсодержащие кислоты, пектиновые вещества и др.), последовательно пропустить через две колонки, первая из которых заполнена катионитом, а вторая — анионитом, то вытекающий из второй колонки раствор будет представлять собой чистый

сахарный раствор. Из такого раствора после выпаривания и уваривания можно получить значительное количество сахара в кристаллическом виде и небольшое количество маточного раствора, представляющего собой вполне съедобный продукт, содержащий, кроме сахара, еще органические примеси (главным образом в виде продуктов разложения сахарозы). При таком процессе катионом удаляются из раствора все катионы солей, а выделившиеся кислотные радикалы удерживаются анионом. Сахароза с ионитами не реагирует.

Очищая таким путем заводской сок — нечистый сахарный раствор, можно исключить получение кормовой патоки. Взамен такой патоки получается в гораздо меньшем количестве густой сироп, который может быть использован в пищевой промышленности.

Центральный научно-исследовательский институт сахарной промышленности разработал технологическую схему глубокой очистки сахарного сока ионитами, применение которой позволяет резко уменьшить потери сахара при переработке свеклы. На одном из сахарных заводов уже в течение трех

лет в производственных условиях работает ионитный цех, очищающий 50% всего сока, получаемого на заводе, при этом потери сахара в кормовой патоке уменьшились на 25%. При дальнейшем улучшении качества ионитов количество сока, очищенного ионитами, будет увеличено, а значит и потери сахара будут снижены. В 1954 г. должны быть включены в эксплуатацию ионитные цеха еще при двух сахарных заводах. По мере пропуска сока иониты насыщаются сахарами, и их обменная способность уменьшается. Восстановление активности ионитов достигается их регенерацией.

Нашим Институтом разработан способ утилизации регенерационных растворов, получаемых при восстановлении ионитов. Если собрать растворы после кислотной и щелочной регенерации и полученную смесь выпарить, то получается высокоцеленный удобрильный тук, содержащий 9% кальция и 14% азота на 100 частей сухого вещества.

В ближайшие годы намечено широкое внедрение сепарации патоки и глубокой очистки сока ионитами, что даст возможность за счет более полного использования сырья увеличить выпуск сахара.

А. Н. Шакин

Кандидат технических наук,

Г. С. Бенин

Кандидат технических наук

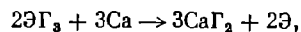
Всесоюзный центральный научно-исследовательский институт сахарной промышленности.

НОВОЕ О РЕДКИХ МЕТАЛЛАХ

Свойства отдельных редкоземельных элементов изучены еще очень мало. До последнего времени в металлическом состоянии были получены только лантан (La), церий (Ce), празеодим (Pr), неодим (Nd), самарий (Sm) и европий (Eu). Благодаря разработанной в последние годы новой методике разделения этих элементов при помощи ионообменных синтетических смол удалось выделить в достаточных количествах соли и более «тяжелых» редкоземельных элементов, а затем и получить их в металлическом состоянии.

В иностранной литературе¹ недавно появилось сообщение о получении металлического иттрия (Y), тербия (Tb), диспрозия (Dy), гольмия (Ho), эрбия (Er) и тулия (Tm). В качестве исходного материала служили их хлориды и фториды, а восстановителем — металлический кальций. Процесс восстановления проводился в тиглях, сделанных из танталовой фольги толщиной около 0,04—0,05 мм, в ат-

мосфере инертного газа аргона. Реакционная смесь готовилась из галогенида редкоземельного элемента и раздробленного металлического кальция, взятого в количестве на 10% большем, чем это требуется, по уравнению:



где Э = Y, Dy, Ho, Er, Tm; Г = Cl, F.

Проба помещалась в танталовый тигель, покрывалась перфорированной крышечкой и ставилась в индукционную печь. Воздух из печи вытеснялся аргоном, и печь включалась. Через несколько минут, когда температура достигала 600—800°, начиналась реакция восстановления, и температура реакционной смеси поднималась выше температуры печи.

В качестве пробного материала при выборе условий опыта был взят иттрий, как наиболее доступный из элементов этой группы. Исходный материал, окисел иттрия (Y₂O₃), содержал 0,1% примесей — окислов гадолиния и диспрозия (Gd₂O₃ и Dy₂O₃).

¹ См. А. Н. Daane, F. H. Spedding. Journal of the Electrochemical Society, v. 100, 1953, № 10, p. 442—444.

Когда температура реакционной смеси достигла 1350—1400°, началось бурное выделение паров. После выключения печи в тигле был обнаружен губчатый металлический иттрий (выход 90%). Потери (10%) произошли из-за значительной летучести хлористого иттрия. После переплавления металла в электрической дуге был получен плотный металл, содержащий в виде примесей 0,05% кальция и тантала.

В другом опыте, при котором в качестве исходной соли был взят фтористый иттрий, гораздо менее летучий, чем хлорид, выход чистого металла достиг приблизительно 99%. Иттрий был получен в виде правильного диска. Примесь кальция легко удалялась плавлением металла в вакууме. Для уменьшения примеси тантала восстановление рекомендуется проводить при быстром нагревании до 1500° и быстром охлаждении, чтобы материал тигля не успел прореагировать с пробой. Температура плавления металлического иттрия оказалась равной $1450 \pm 20^\circ$ (в литературе до сих пор была известна величина 1490°).

Металлический эрбий готовился по последней методике, т. е. при быстром нагревании и охлаждении. Температура плавления его лежит между 1400 и 1500°, а не равна 1250°, как это указано, хотя и со знаком вопроса, в книге Д. Иоста, Г. Рэсселя и К. Гарнера. «Редкоземельные элементы и их соединения» (Изд-во иностранной литературы, 1949).

Металлические гольмий и диспрозий были получены из окислов — Ho_2O_3 и Dy_2O_3 , которые превращались во фториды и восстанавливались при быстром нагревании до 1500°. Выход в обоих случаях составлял 96%. Температура плавления этих металлов лежит в пределах 1400—1525°.

Металлический тербий выделяли из его окисла, содержащего 60% Tb_4O_7 . Температура плавления полученного металла ниже 1550° — величина эта из-за недостаточной чистоты исходного окисла, по-видимому, неточная.

Исходный окисел тулия (Tu_2O_3) содержал 2% окисла иттербия (Yb_2O_3). Смесь фтористого тулия с металлическим кальцием быстро нагревалась до 1600°; выход чистого тулия составил 70%, причем весь иттербий перешел в шлак. Температура плавления металлического тулия 1500—1600°.

Металлический иттербий получить этим способом не удалось. Когда тигель был нагрет до 1050°, началось бурное выделение паров, и температура поднялась до 1550°. После охлаждения в тигле был обнаружен только расплавленный фтористый кальций; на внутренних стенках печи лежал темносерый налет фтористого иттербия. Это указывало на значительную летучесть соединения, гораздо большую, чем это указано в литературе.

Усовершенствование методов получения этих редких металлов и изучение их свойств продолжается.

Е. А. Терентьева

*Кандидат химических наук
Институт научной информации Академии наук СССР*

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРОЗ

Грозы — одно из наиболее распространенных эффектных явлений природы. Они образуются при конвективных (вертикальных) токах воздуха в условиях мощной кучеводождевой (грозовой) облачности. Такие токи развиваются при сильном нагревании воздуха у земной поверхности или при фронтальных процессах, когда теплый воздух быстро поднимается, натекая на более холодный. При этом образующиеся облака капли воды и ледяные кристаллы испытывают сложные превращения, сопровождающиеся их электризацией¹.

В распространении грозовой деятельности на Земле существуют определенные закономерности, связанные как с зональными факторами, так и с местными условиями, способствующими развитию конвективных токов воздуха.

¹ Подробнее о теориях грозового электричества см. в статье проф. П. Н. Тверского, «Природа», 1954, № 2, стр. 30.

Характерно, что число гроз уменьшается по мере удаления от экватора к полюсам. В среднем на экваториальную зону приходится 100—150 дней с грозой в год. Однако некоторые особенности местности могут служить причиной значительных отклонений от средних данных. Например, в среднем течении Амазонки в Южной Америке наблюдается 30—60 дней с грозами, в то время как в ее устье, благодаря большей влажности воздуха, годовое число дней с грозой доходит до 170. На перуанском побережье гроз почти не бывает (по-видимому, из-за влияния холодного перуанского течения), тогда как в удаленной от моря территории Перу в дождливый период сильные грозы наблюдаются ежедневно. Уменьшение числа гроз от экваториальной зоны к полюсам идет неравномерно, так как на эту основную закономерность иногда весьма существенно влияют местные условия (рис. 1). Выше 82° с. ш. и 55° ю. ш. грозовой деятельности не наблюдается.

Основными очагами гроз на земном шаре являются Малайский архипелаг, Центральная Африка, северная часть Южной Америки, восточная часть Центральной Америки и Южная Мексика. На острове Ява в Малайском архипелаге наблюдается наивысшее на земном шаре число грозовых дней в году — 220. Однако это только средняя цифра для всего острова в целом, и для некоторых местностей Явы наблюдаются значительные от нее отклонения (у г. Бейтензорге, например, годовое число дней с грозой равно 322).

Общепринятая пока характеристика грозовых очагов по числу грозовых дней в году не является исчерпывающей, так как она не дает представления о полной мощности грозовых очагов. На Яве, как правило, в течение суток наблюдается по несколько гроз, и общее годовое число их в самом грозоносном районе земного шара у г. Бейтензорге достигает 1400. Остальные грозовые очаги обладают значительно меньшей мощностью. Так, в Центральной Африке наблюдается 150 грозовых дней в течение года, в американских же грозовых очагах отмечается лишь 142 грозовых дня в году. На европейской территории Советского Союза к этим основным очагам гроз в летний период присоединяются кавказский, центральноукраинский и южноуральский вторичные грозовые очаги (рис. 2). На Кавказе имеются места с числом грозовых дней в году более 60, в районе Киева и Харькова их число достигает 35, а в районе Уфы и Челябинска — 30.

Мощность грозовых очагов и их распределение на земном шаре не остаются постоянными. Сравнение грозовой деятельности в Египте в XIII веке н. э. (по историческим источникам) и в наше время говорит о явном ее уменьшении. Уже более 100 лет наблюдается постепенное уменьшение грозовой активности на территории Абиссинии (за исключением района Гондара — в южной ее части). Наоборот, у г. Бейтензорге, где в 1891 г. было лишь 160 дней с грозой, в настоящее время грозовая деятельность значительно усилилась. Однако анализ наблюдений над грозами в Цюрихе за 100 лет не обнаружил изменения грозовой деятельности, что, по видимому, объясняется относительной кратковременностью периода наблюдений и сравнительной устойчивостью цюрихского климата.

Летом над плоскими берегами морей и озер

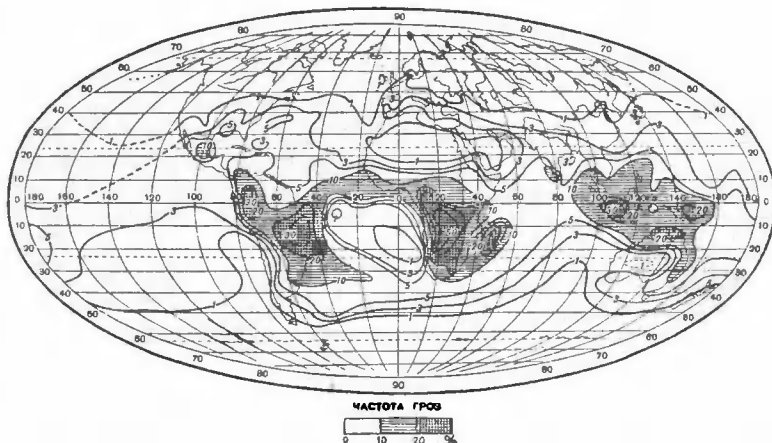


Рис. 1. Карта распределения гроз на земном шаре (по Бруксу)¹

конвекция слабее, чем в некотором удалении от побережья. Поэтому у плоских берегов грозы в летнее время бывают реже, чем над более удаленной от берега сушей. На побережье Балтики в году бывает около 10 дней с грозами, тогда как в небольшом удалении от берегов в сторону суши их число достигает 10—20. На северном берегу Ладожского озера гроз гораздо меньше, чем в глубине Финляндии. Л. С. Берг, описывая результаты работы экспедиции в морях у Малайского архипелага (1929—1930), отмечает, что в открытом океане грозовая деятельность слабее, чем у берегов. Особенно значительное уменьшение грозовой деятельности наблюдается на острове Робинсона в Тихом океане (34° ю. ш. и 79° з. д.), где, благодаря влиянию южного субтропического антициклона, на протяжении пяти лет случается одна гроза. Грозовая деятельность над океанами может усиливаться на границах между теплыми и холодными течениями, особенно зимой.

На континентах грозы бывают преимущественно в теплое время года, когда конвекция более развита над сушей, чем над морем, в то время как на Фарарских островах и в Исландии преобладают зимние грозы (количество гроз в этих местах составляет 1—2 в год). Много зимних гроз наблюдается у берегов Норвегии и Великобритании (вблизи прохождения Гольфстрима). Богаты зимними грозами

¹ Приводимая карта распределения гроз на земном шаре составлена Бруксом по весьма приблизительным данным и не везде достаточно правильно отражает как размещение грозовых очагов, так и распределение грозовой деятельности на земном шаре. Поэтому следует придерживаться более правильных данных, сообщаемых в тексте.

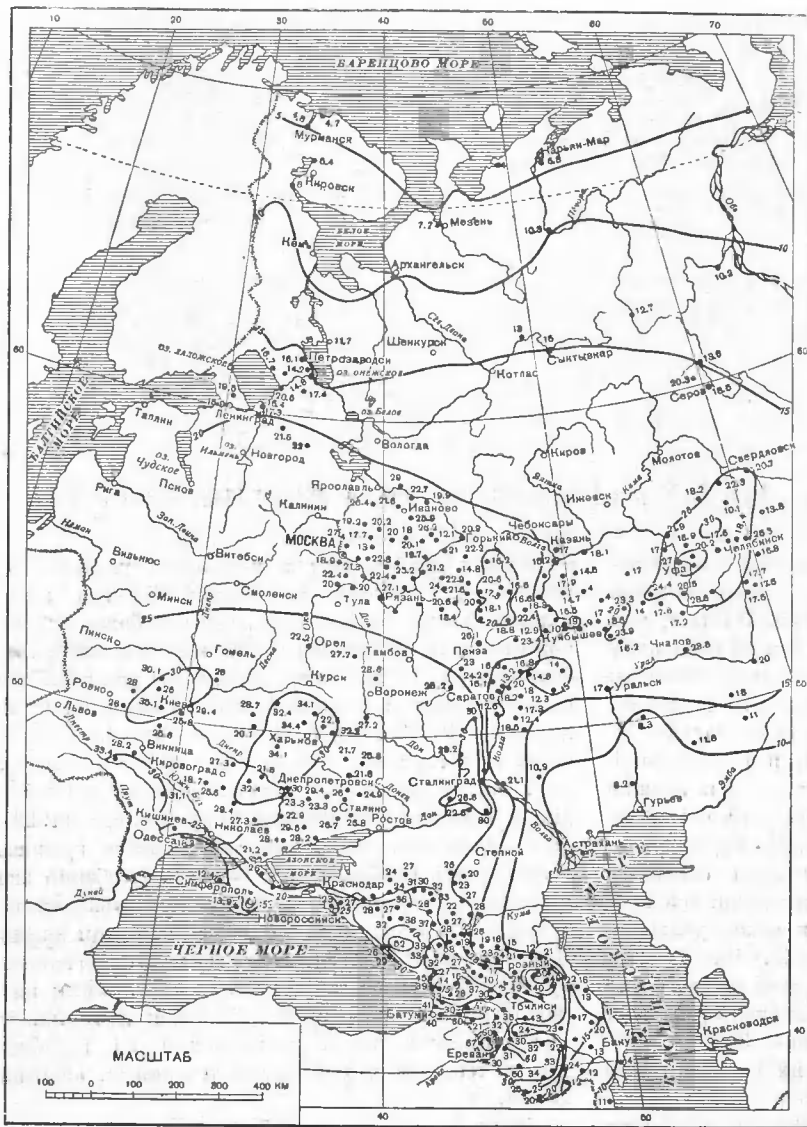


Рис. 2. Карта распределения среднего числа грозовых дней на европейской территории СССР (по Соколову)

также берега Швеции. В Западной Европе число зимних гроз составляет 8% общего числа гроз за год. В СССР зимние грозы наблюдались на берегах Балтики, на Кольском полуострове, в районе Владивостока и иногда даже в Казахстане¹. В основном для территории Советского Союза характерны летние грозы. Однако в Закавказье, в Средней

Азии и на Черноморском побережье наибольшее количество гроз приходится на весну и осень, в соответствии с максимумом облачности и дождей в это время.

Как правило, внутри материков преобладают дневные грозы, которые обычно повторяются в послеполуденные часы, но над тропическими океанами, на тропических береговых станциях и на западных берегах Европы чаще бывают ночные грозы. Ночные грозы встречаются на южном побережье Австралии. На побережье Явы, в Джакарте, грозы и ливни смещаются с послеполуденных на вечерние часы. Это объясняется тем, что облака приносятся сюда с западной части острова, где они образуются раньше. В изменности между Голубым Нилом и Атбарой сильные дожди с грозами, заносимыми сюда из Абиссинии, идут регулярно по ночам. Иногда грозы, образовавшиеся в данной местности днем, сохраняют свою активность и ночью (благодаря повышенному излучению с поверхности облаков в ночное время грозовой процесс может даже несколько усиливаться). Грозы, образовавшиеся у фронтальной поверхности раздела между двумя различными воздушными массами, как правило, сохраняют свою активность и ночью, двигаясь вместе с фронтом.

Обычно максимумы частоты образования гроз и дождей совпадают между собой, однако у Пернамбуку в Бразилии в период дождей (июнь — июль) отмечается очень мало гроз. На берегу Камеруна, в Экваториальной Африке максимум электрических разрядов наблюдается в марте — апреле и в октябре, а максимум дождей бывает в июле — августе. В Индии наибольшее количество гроз приходится на апрель — май и на сентябрь, в то время как в дождливый период их почти не бывает.

¹ См. «Природа», 1953, № 2, стр. 94—97.

В пустыне грозы крайне редки вследствие неблагоприятных условий развития конвекции и незначительной влажности воздуха. В полупустынных иногда случаются слабые сухие грозы без дождя. По мере приближения к горам и в горах число гроз возрастает главным образом из-за неровностей рельефа, обуславливающих усиление конвекции. Количество гроз внутри горной системы меньше, чем на ее периферии.

Грозовые облака, образовавшиеся на равнине, могут переваливать через горы высотой до 3500 м, а в некоторых случаях преодолевают даже такие горные вершины, как Монблан. Но переваливают через горные массивы только наиболее мощные грозовые облака, которые горнодолинными ветрами поднимаются к вершинам гор и в дальнейшем подхватываются ведущим высотным воздушным потоком. Менее мощные облака задерживаются в долинах перед горами. Так, например, П. П. Семенов-Тянь-Шанский во время путешествия в Тянь-Шань в 1856—1857 гг. наблюдал грозу в долине с высоты 2950 м над уровнем моря, где в это время было ясное небо и температура $+8^{\circ}$. Альпинист Гусев со склонов Эльбруса на высоте 4250 м наблюдал грозу, постепенно поднимающуюся с высоты 3200 м до места наблюдения.

Грозы в высокогорных районах характеризуются очень большим количеством разрядов и проходят несколько иначе, чем на равнине. Вначале не видно никаких темных облаков, не слышно раскатов грома. Постепенно небо заполняется грозовой облачностью, которая горнодолинными ветрами днем оттесняется к вершинам, и начинаются многочисленные разряды молний, имеющие зачастую форму огненных столбов и сопровождающиеся интенсивными огнями Эльма¹. В Андах, например, где в ноябре — феврале местные грозы наблюдаются ежедневно, образующиеся утром у горных вершин небольшие облака быстро разрастаются, заволакивают одну вершину за другой и к полудню разражаются грозой. Воздушные течения переносят затем грозовые облака с одной вершины на другую. Ночью, наоборот, горнодолинными ветры сгоняют грозовую облачность в долины.

По часам суток грозы земного шара распределяются следующим образом (по местному времени): большая часть гроз происходит между 13 и 24 часами с максимумом около 15—18 часов. Значительно

¹ Огнями Эльма называется светящийся электрический разряд, наблюдающийся во время гроз на мачтах кораблей, на остриях молниеотводов, у острых выступов скал и зданий. Разряд образуется, когда заостренные предметы находятся под высоким напряжением.

реже случаются грозы в утренние часы (5—7 часов). На европейской территории Союза наибольшая частота появления гроз приходится на послеполуденные часы (12—15), но на Кавказе, Урале и в Сибири максимальная повторяемость гроз падает на 15—18 часов, а минимум — на ночь. Длительность большинства гроз составляет около часа. В тропиках и в горах Кавказа длительность отдельных гроз может достигать 13 часов. В Альпах зимой длительность гроз меньше, осенью больше. Биркнер нашел, что в Швейцарии и Саксонии длительность гроз увеличивается с высотой над уровнем моря.

В горных странах скорость движения гроз обуславливается в значительной степени рельефом местности. Над равниной грозы, пересекающие европейскую территорию Союза с запада на восток (по направлению ведущего потока), имеют большую скорость, чем грозы, проходящие в противоположном направлении. Грозы, образовавшиеся внутри воздушной массы в данной местности, обнаруживают тенденцию перемещаться к областям с высокой абсолютной влажностью, так как в этих областях условия более благоприятны для развития грозового процесса. В среднем грозы перемещаются со скоростью 40 км/час. В зимнее время они движутся быстрее (до 52 км/час), летом — медленнее в соответствии с общим уменьшением скорости ветра в тропосфере от зимы к лету. Грозы, образовавшиеся на поверхности раздела между двумя воздушными массами, имеют большую скорость движения, чем грозы, образовавшиеся внутри воздушной массы. В течение суток грозы движутся с различной скоростью.

Статистика наблюдений показывает, что электрические процессы сильнее развиты в быстро движущихся грозах. По мере прохождения грозовых облаков над местностью их электрическое поле претерпевает быструю изменчивость, следствием чего является изменение средней частоты разрядов молнии на землю. Для средних широт средняя частота разрядов молнии на землю составляет 60 на грозу в час, однако в горных условиях и в тропиках эта цифра может возрасти примерно в 100 раз. При этом разряды молнии на землю в горных условиях дают в 2—3 раза меньшие амплитудные значения токов, чем в условиях равнины, так как электрический разряд при пониженном давлении воздуха в горах осуществляется при меньшем накоплении электричества, чем в условиях равнины.

Знание основных особенностей гроз и грозообразования в различных географических условиях полезно при проектировании грозозащиты и при планировании авиационных трасс и радиосвязи.

В. И. Арабаджи
Минск

УДОБРЕНИЕ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР УГЛЕКИСЛОТОЙ В ТЕПЛИЦАХ И ПАРНИКАХ

При выращивании овощей в теплицах и парниках, обогреваемых паром, водой или электричеством, большое значение приобретает подкормка растений углекислотой.

Низкое содержание углекислого газа в защищенном грунте (в отдельных случаях 0,0006%, или в 200 раз меньше, чем в окружающей атмосфере) служит одним из серьезных препятствий в борьбе за высокий урожай овощей. Многочисленными опытами советских ученых (Л. М. Дорохова, Н. П. Красинского, В. М. Катунского и др.) установлена высокая эффективность повышенных доз углекислоты для получения урожая. Так, Л. М. Дороховым, при доведении количества углекислоты в теплицах до 0,6%, достигнуто увеличение урожайности огурцов на 75% и редиса на 88%.

Исследования ученых показали, что углекислота не только повышает урожайность овощей в защищенном грунте и ускоряет плодоношение, но и благоприятно действует на накопление в плодах сахаров, что улучшает их вкусовые и питательные качества. Растения, получавшие подкормку углекислым газом, лучше развиваются и более устойчивы к заболеваниям и вредителям.

Различные культуры имеют неодинаковую потреб-

ность в углекислотном питании, что обуславливается разными требованиями растений к свету, почвенному питанию, подоснабжению и температуре. Однако для большинства овощных культур наиболее благоприятно содержание углекислоты в пределах от 0,2 до 0,3%.

При недостатке света и пониженной температуре углекислотное удобрение в первую очередь действует на развитие стеблей и листьев растений, при хорошем же освещении и благоприятной температуре — главным образом на развитие плодов.

Лучшие результаты повышения урожайности овощных культур достигаются в том случае, когда углекислотное удобрение дается на протяжении всего периода роста растений (с появления всходов до начала плодоношения). Весьма эффективно использование углекислоты для подкормки культур в зимние месяцы, особенно если подкормка дается в сочетании с электроосвещением. (При остром недостатке дневного освещения углекислота действует слабо).

Растения поглощают углекислоту не только из воздуха, но также из почвы при помощи корневой системы, в газообразном или растворенном состоянии, а также в виде углекислой соли. Однако количество углекислоты, поглощаемой корнями, составляет примерно 25% от того количества, которое при хорошем освещении усваивается листьями из воздуха. Поэтому увеличение содержания углекислоты в воздухе теплиц для подкормки культур приобретает большое значение.

Чтобы обеспечить лучшее развитие и плодоношение культур, количество углекислоты нужно приближать к потребностям растений. Огурцы наиболее требовательны к усиленному воздушному питанию, наиболее высокий урожай они дают при содержании углекислоты в воздухе, равном 0,5—0,6%; для редиса нужно 0,35—0,5% углекислого газа; для томатов и фасоли — около 0,3%.

Удобрять углекислотой целесообразно два раза в день, по возможности при ярком солнечном освещении. Первая подкормка производится в утренние часы (весной и осенью с 8 до 10 часов утра, а летом с 6 до 7 часов утра), причем она более продолжительна, так как утром углекислота лучше усваивается. Вторичная — в послеполуденное время, когда спадает жара и в теплице устанавливается средняя температура. При удобрении углекислотой и час после этого все вентиляционные устройства и двери в теплице должны быть закрыты.



Стеллажная теплица для подкормки огурцов углекислотой



Урожай огурцов после подкормки углекислотой

В практике известны следующие способы подкормки растений углекислотой:

Применение пищевой углекислоты, подаваемой из баллона. К вентилю баллона присоединяют резиновый шланг, через который и выпускается газ. Выделяющийся газ направляется не прямо на растения, а несколько выше, чтобы не охладить их.

Использование жидкой углекислоты. При выделении из баллонов жидкая углекислота переходит в газообразное состояние. Жидкая углекислота подается из баллонов по каучуковым трубкам, развешанным над растениями, посредством шланга, а также при помощи опрыскивателя «Автомаск».

Применение твердой углекислоты в виде сухого льда. Обычно твердую углекислоту делят на мелкие куски, затем раскладывают их в специальную посуду, которую подвешивают над растениями.

Сжигание дровяного топлива в специальных печах. Проф. М. Б. Равичем сконструирована печь, вырабатывающая хорошо очищенную углекислоту.

Сжигание древесного угля. На 1 м³ объема теплицы требуется около 5 кг угля, который при сгорании дает около 20 кг углекислоты.

Сбраживание навозной жижи в теплицах (в кадках или другой посуде) и подкормка растений органическими удобрениями в жидком виде или путем применения биологического топлива с укладкой его под почву теплицы.

Сжигание природных горючих газов в культивационных помещениях. При сжигании 1 м³ (0,72 кг)

метана в смеси с кислородом воздуха выделяется 1,6 кг воды и 1,96 кг углекислоты, разбавленной в 10 раз азотом.

Нами разработан наиболее дешевый и доступный для всех хозяйств способ получения углекислоты. Используется обычный пчеловодный дымарь, в который закладываются малосернистые виды твердого топлива, лучше всего сухие березовые дрова, освобожденные от бересты и разделанные на мелкие чурки (толщиной 30—40 мм, длиной 90—100 мм). Существенное преимущество дымаря состоит в том, что сгорание топлива в нем происходит при обильном притоке кислорода, который нагнетается в топку при помощи мехов, а это обеспечивает полноту сгорания и чистоту выделяемого газа. Для того чтобы совершенно обезвредить выходящий из дымаря газ от примесей окиси углерода, на пути движения газа в печке дымаря вставляется один или два небольших круга из листового железа. Эти металлические кружки должны быть на 3—4 мм меньше диаметра печки дымаря, чтобы газ, омывая их, задерживался на некоторое время для полного сгорания. Кружки закрепляются двумя железными клеммерами. Один конец каждого из них намертво закрепляется за пластинку, а другой, загнутый в виде крючка, навешивается (зацепляется) за края печного цилиндра дымаря.

Для очистки газа от смолистых летучих соединений, способных давать коптящее пламя (сажи), устраивается специальный фильтр из увлажненного шлага. Можно под фильтр использовать крышку дымаря, на которую надевается решетчатое железное дно. Для днища берется листовое железо (толщи-



Окуривание культуры огурцов угарным газом

ной в 1—2 мм), на котором сплошь пробиваются небольшие дырки (диаметром в 3—4 мм). Днище делается съемным, с краями, загнутыми вниз и вверх.

В крышку дымаря засыпается мелкий (величиной с пшеничное зерно), увлажненный водой шлак, и после того, как установится днище, крышка надевается на печной цилиндр. Лучше же иметь специальный фильтр, состоящий из цилиндрической коробки, диаметром на 1 мм больше дымаря, высотой в 60—70 мм (также с решетчатым дном), чем наращивается высота цилиндра дымаря.

В процессе работы для охлаждения выделяемого газа необходимо крышку и шлак систематически остужать холодной водой, которая заливается в выходное для газа (дыма) отверстие крышки дымаря. Охлаждение газа предохраняет растения от ожогов и мешает быстро его улетучиванию.

Насколько эффективно использование пчеловодного дымаря в качестве источника для получения дешевой углекислоты, видно из следующих данных:

	Онишь угле- рода		Углекислота	
	в мг/л	в %	в мг/л	в %
Состав газов до окури- вания в теплице в 55 мм	—	—	0,012	0,0006
Средняя проба в теп- лице после окурива- вания дымарем . . .	0,009	0,0001	0,82	0,41

Произведенные анализы показали, что за 10 мин. работы дымаря количество углекислоты в теплице увеличилось с 0,012 до 0,82 мг/л, т. е. в 68 раз.

Использование дымаря для получения углекислоты может найти широкое применение не только при выращивании овощных культур в теплицах, но также и в парниках, работающих на техническом топливе, в цветочных оранжереях, при хранении ряда пищевых продуктов на складах и в магазинах. Опыт показал, что при помощи пчеловодного дымаря можно получать не только углекислоту, но и угарный газ, который употребляется при выращивании огурцов в теплицах, особенно сорта белошипных клинских.

Физиологически воздействуя на растения, угарный газ вызывает ускорение образования женских цветов с завязями.

Выработка угарного газа дымарем крайне проста и не требует никаких затрат, кроме незначительных расходов на топливо. Чтобы превратить получаемую в дымаре углекислоту в угарный газ, следует только убрать железные кружки, а вместо шлака в фильтр засыпать раскаленную массу угля. Проходя через уголь, углекислота присоединяет частицу углерода и переходит в угарный газ по реакции



Пропуская углекислоту через раскаленный уголь, следует ограничивать приток свежего воздуха в печь дымаря, для чего ручной мех нужно приводить в движение только в исключительных случаях, чтобы не прекратить горения топлива. При обильном поступлении воздуха в печное пространство образующаяся окись углерода вновь легко соединяется с кислородом и дает углекислоту ($2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$).

«Копчение» огурцов угарным газом необходимо производить, надев противогаз.

Н. А. Смирнов
Проектная мастерская Центросоюза

БЕЛЫЙ КИПРЕЙ

Опушки и вырубленные площади лесов, просеки, окраины торфяных болот в долинах рек Ухты и Ижмы ежегодно, начиная с июля, покрываются коврами лилово-розовых цветков кипрея (*Chamaenerium angustifolium*), обычно называемого здесь иван-чаем. Влажная почва и обилие солнечного света, при почти непрерывных летних днях («белые ночи»), ускоряют развитие растений, и их увенчанные крупными яркими метелками цветков стебли, окруженные сочной зеленью ланцетовидных листьев, достигают высоты 1,5 м и служат одним из лучших украшений лесного пейзажа Крайнего Севера.

Осенью, рассеивая при помощи ветра свои семена, снабженные длинными паутинообразными белыми

нитями, кипрей быстро распространяется и заселяет площади, на которых он ранее не произрастал.

При работах на одной из строек Крайнего Севера были извлечены на поверхность земли значительные количества так называемой синей ветлоснянской глины. Распределенная при планировке ровным слоем в смеси со щебнем по поверхности почвы, она на некоторое время заглушила на данном участке растительность. Но в последующие годы этот участок пачал интенсивно заселяться конским щавелем, лебедой, мать-мачехой, одуванчиками, кипреем и другими растениями. Однако семена кипрея, в отличие от других трав, на этой новой почве дали

растения, существенно отличные от обычных. Высота отдельных экземпляров в новых почвенных условиях достигает не более 0,6—0,8 м, стебли и листья были не такими сочными, как обычно, и, главное, цветки его оказались не лиловыми, а совершенно бесцветными, белыми.

В чем же причина исчезновения лиловой окраски

цветков кипрея? При качественном анализе синей ветлосаянской глины в ней, в отличие от обычных почв, на которых произрастает кипрей, были обнаружены незначительные следы меди. Не значит ли это, что присутствием ее солей и объясняется, при прочих равных условиях, изменение окраски цветков кипрея?¹

К. В. Кострин
г. Ухта, Коми АССР

О ПРИЧИНАХ ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ ЦВЕТОВ

Разнообразие окраски цветов среди одного и того же вида растений общеизвестно; во многих случаях оно является одним из сортовых признаков, передаваемых по наследству. Вместе с тем, встречаются растения, у которых окраска цветов довольно легко изменяется в зависимости от минерального состава почвы. Наконец, наряду с окрашенными сортами данного вида растений, есть и сорта вообще лишенные окраски.

Окраска венчика цветов объясняется присутствием различных пигментов. Наиболее распространенные пигменты, встречающиеся в цветах, — антоцианы и флавоны. В настоящее время изучено около десятка разных антоцианов и около десятка флавонов. Флавоны имеют желтую окраску разных тонов; окраска антоцианов меняется в зависимости от реакции среды: в кислой среде они имеют красную окраску, в щелочной среде — синюю, а в нейтральной — фиолетовую.

Свойство антоцианов менять свою окраску из-за реакции среды служит одной из причин изменения окраски цветов. Антоцианы содержатся в клеточном соке клеток венчика. При изменении реакции клеточного сока происходит изменение окраски цветов. Например, цветы гортезии на обычных почвах розовые, а на кислых почвах, вересковых и торфяных или при внесении в почву сернокислого аммония они приобретают синюю или фиолетовую окраску. Это объясняется тем, что на кислых почвах растения накапливают больше алюминия, который изменяет реакцию клеточного сока. Внесение в почву растворимых солей алюминия дает такой же эффект.

Однако можно изменять окраску и у срезанных цветов и даже у цветов, высушенных для гербария, конечно при условии, что в качестве пигмента цветы содержат антоциан. Например, ксерантемум имеет цветы розовой, лиловой или синей окраски. Для получения цветов с яркокрасной окраской срезанные цветы на две секунды погружают в разведенную соляную кислоту (1 объем кислоты на 10—12 объемов воды). Затем цветы сушатся в сухом, темном и хо-

рошо проветриваемом помещении. Мы производили изменение окраски у засушенных для гербария цветов. Например, лиловые и синие лепестки анютиных глазок под действием разведенной соляной кислоты окрашиваются в яркокрасный или розовый цвет, в зависимости от концентрации пигмента в лепестках.

Одним из самых интересных объектов с точки зрения окраски являются анютины глазки. Наряду с одноцветными сортами есть сорта, имеющие смешанную окраску. Очень интересно, что у этих цветов одни лепестки имеют лиловую окраску, другие — розовую или красную. Это значит, что реакция клеточного сока в разных частях одного цветка может быть различная. Наличие лепестков со смешанной окраской свидетельствует о том, что даже в одном лепестке отдельные участки могут состоять из клеток с разной реакцией клеточного сока. Интересно наличие в одном и том же цветке лепестков, окрашенных в желтый цвет флавонами, и лепестков, окрашенных антоцианами. Иногда один и тот же лепесток цветка бывает окрашен в разных частях и флавонами, и антоцианами.

Антоцианы и флавоны очень близки по химическому составу и строению молекулы. Флавоны — более окисленные соединения, чем антоцианы. Последние могут получаться при восстановлении флавонов.

Одновременное присутствие в одних и тех же растениях антоцианов и флавонов свидетельствует о разной восстанавливающей способности клеток растений. Лепестки, окрашенные флавонами, имеют клетки с меньшей восстанавливающей способностью, чем клетки лепестков, окрашенных антоцианами.

Наряду с сортами растений, у которых окраска цветов обусловлена наличием флавонов или антоцианов, есть и сорта таких же видов растений, но с белыми, бесцветными цветами. Такая окраска цве-

¹ Ответ на этот вопрос дает публикуемое ниже сообщение Л. Н. Бабушкина «О причинах изменения окраски цветов». Редакция.

тов объясняется, как правило, отсутствием пигментов и образуется благодаря рассеиванию света пузырьками воздуха, находящегося между клетками лепестков.

Отсутствие антоцианов у цветов, обычно их содержащих, объясняется тем, что восстанавливающая способность клеток этих цветов несколько больше, чем у клеток цветов, содержащих антоцианы. Из-за этого антоцианы восстанавливаются до бесцветных соединений типа катехинов, имеющих с антоцианами сходный химический состав и строение молекулы. Таким образом, в зависимости от восстанавливающей способности клеток цветов, они содержат либо флавоны, либо бесцветные соединения сходного состава. Конечно, это справедливо для растений, в которых, как правило, содержатся флавоны или антоцианы. Анютины глазки сортов «тримардо» имеют в одном и том же цветке лепестки белого, желтого и голубого цвета, или даже лепестки смешанной окраски.

Тот факт, что у одного и того же вида растения могут быть сорта с белыми цветами наряду с сортами, окрашенными флавонами или антоцианами, свидетельствует о том, что особенности обмена веществ, приводящие к изменению восстанавливающей способности клеток, могут закрепляться наследственно.

Восстанавливающую способность клеток можно рассматривать как один из показателей обмена веществ, поэтому окраску цветов можно также рассматривать как качественный показатель обмена. В настоящее время пока нельзя более точно указать, в чем состоят особенности обмена веществ, приводящие к изменению восстанавливающей способности клеток растения, однако уже сейчас можно отметить важную роль температуры. Особенно важно это влияние в раннем периоде развития растения. В качестве примеров влияния температуры на восстанавливающую способность клеток растения можно привести изменение окраски у сирени и геор-

гин. Если при ранней выгонке сирени применять повышенную температуру (+30°), то сирень зацветает не лиловыми, а белыми цветами. Если георгины с желтыми цветами выдерживать перед цветением при такой же температуре, то они образуют красные цветы. В обоих случаях повышение температуры на ранних фазах развития цветка вызвало, по видимому, повышение восстанавливающей способности клеток.

Изменения в обмене веществ, ведущие к изменению окраски цветов, сравнительно невелики: чтобы изменить окраску цветов, требуются незначительные изменения восстанавливающей способности клеток. Величина этих изменений у разных растений различна.

Иногда наблюдаются изменения окраски цветов у дикорастущих растений при сравнительно малых колебаниях температурных условий на ранних фазах развития растения. Например, если семена некоторых растений, цветы которых обычно содержат антоциан, попадают на совершенно другую почву, с теплопроводностью большей, чем у почв, на которых растут растения в природе, то могут образоваться сорта с белыми цветками.

Существование цветков с участками, обладающими разной восстанавливающей способностью клеток и поэтому — смешанной окраской, объясняется смешанной наследственностью, которая возникает, как правило, при скрещивании разных сортов.

Не исключена возможность химического воздействия на обмен различными веществами, которое также может повлечь за собой изменение восстанавливающей способности клеток у растения, но, по видимому, это вещества, обычно в природе не распространенные.

Изучение условий минерального питания, в том числе так называемых микроэлементов, пока не дало примеров изменения восстанавливающей способности клеток у цветов.

Л. Н. Бабушкин

Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева
Академии наук СССР

ФТИВАЗИД

Фтивазид — новый противотуберкулезный химиотерапевтический препарат, предложенный научными сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского химико-фармацевтического института (ВНИХФИ).

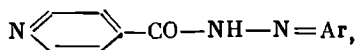
С химической стороны фтивазид — производное гидразида изоникотиновой кислоты. Гидразид

изоникотиновой кислоты $N \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \text{—CO—NH—NH}_2$ обладает высокой противотуберкулезной активностью, как было показано советскими исследователями и одновременно, независимо друг от друга, рядом исследователей за рубежом (в Америке, в Германии).

За рубежом гидразид изоникотиновой кислоты под разными названиями (изониазид, римифон, неотебен и др.) используется для лечения туберкулеза.

Однако гидразид изоникотиновой кислоты не был признан сотрудниками ВНИХФИ наилучшим препаратом, хотя и был предложен ими под названием тубазида для клинических испытаний. Дело в том, что тубазид, наряду со своей высокой противотуберкулезной активностью, высоко токсичен. Белые мыши весом 15—17 г переносят ежедневное введение его через рот только в количестве 1 мг; суточная доза 2 мг вызывает гибель мышей после нескольких введений.

Совместная работа научных сотрудников химических лабораторий и отдела химиотерапии нашего Института привела к открытию производных гидразида изоникотиновой кислоты, которые обладают такой же противотуберкулезной активностью, но значительно лучше переносятся организмом, чем исходная изоникотиновая кислота. Такими веществами оказались различные ароматические изоникотиноилгидразоны общей формулы:



где Ag — остаток бензола или его замещенных. Лучшим из них в отношении активности и малой токсичности оказался фтивазид¹.

Противотуберкулезная активность фтивазида основана на его способности подавлять рост туберкулезных палочек, т. е. на так называемом туберкулостатическом действии. Как показали исследования Г. Н. Першина и О. О. Макеевой², фтивазид задерживает рост туберкулезных палочек человеческого типа *in vitro* в разведении 1 : 16 000 000.

Фтивазид очень хорошо переносится экспериментальными животными. Однократное введение его внутрь белым мышам, в дозах 100—150 мг одному животному (7—10 г на 1 кг веса), переносится без видимых явлений отравления. Ежедневное введение 40 мг фтивазида белым мышам, весом в 15 г (2,5 г на 1 кг веса), переносится в течение полутора месяцев без каких-либо явлений отравления. Другие животные тоже хорошо переносят препарат. По данным отдела фармакологии ВНИХФИ, наиболее чувствительны к фтивазиду кролики.

При введении внутрь фтивазид хорошо всасывается в кровь и накапливается там в высоких концентрациях. Согласно данным Г. Н. Першина и

О. О. Макеевой, кровь, взятая у морских свинок через час после введения фтивазида (0,05 мг на 1 г веса), способна задерживать рост туберкулезных палочек. Задержка обнаруживается даже при разведении крови в 160 раз.

Изучение всасывания, распределения в организме и выделения фтивазида, проведенное Л. И. Гребеником при помощи химического определения его в тканях и жидкостях организма, подтвердило, что этот препарат, введенный внутрь, быстро всасывается в кровь. Он в значительных количествах накапливается в различных органах и жидкостях организма и проникает в спинномозговую жидкость. Особенно много фтивазида обнаруживается в печени и почках. В других органах концентрация фтивазида приблизительно соответствует его содержанию в крови. Он выделяется из организма в значительных количествах с мочой и меньше — с калом. После однократного введения фтивазид может держаться в организме сутки или двое (в зависимости от дозы). При ежедневном введении препарата в течение длительного времени в крови создается определенная его концентрация (5—10 мкг на 1 мл), зависящая от суточной его дозы. Эти концентрации во много десятков раз превосходят те, которые необходимы для подавления роста туберкулезных палочек.

Таким образом, фтивазид хорошо всасывается из желудочно-кишечного тракта и легко проникает во все ткани и жидкости организма. Это обстоятельство очень важно, так как оно создает предпосылки для терапевтического действия фтивазида при туберкулезе различной локализации.

Исследования, проведенные Г. Н. Першиным и О. О. Макеевой, установили высокую химиотерапевтическую активность фтивазида при экспериментальном туберкулезе лабораторных животных. Опыты, проведенные на белых мышках, зараженных палочкой бычьего туберкулеза, показали, что фтивазид даже в такой малой дозе, как 0,1 мг в сутки на животное весом 15—18 г, обладает способностью задерживать развитие туберкулезной инфекции. Доза 0,6 мг в сутки приводит к полному предупреждению заболевания. Применение более высоких доз (5, 10, 20, 30 мг) приводило к тому, что из органов животных по окончании опыта туберкулезные палочки не высевались вовсе.

Дозы, примерно в 300 раз большие, чем минимальная лечебная доза, в течение длительного времени переносятся зараженными мышками без видимых явлений отравления.

Высокую химиотерапевтическую активность обнаружил фтивазид также в серии опытов на морских свинках, зараженных палочкой человеческого ту-

¹ См. ст. М. Н. Шукиной, Г. Н. Першина, О. О. Макеевой, Е. Д. Савоной, Е. С. Никитской, А. Д. Янцкой и А. И. Яковлевой, «Доклады Академии наук СССР», т. LXXXIV, № 5, 1952, стр. 981—984.

² См. «Проблемы туберкулеза», Медгиз, 1953, № 2.

беркулеза. Морские свинки весом около 300 г заражались подкожно в паховую область туберкулезными бактериями в количестве 0,00001 мг. Через 25—30 дней, когда у животных развилось поражение регионарных лимфатических желез, начиналось лечение. Через 95—120 дней контрольные свинки погибли от тяжелого туберкулеза, а свинки, которые получали фтивазид, остались живы.

Клинические наблюдения, проведенные в различных городах Советского Союза, показали, что фтивазид — мощный противотуберкулезный препарат. Он обладает лечебным действием при всех видах и формах туберкулеза: туберкулез легких, гортани, кожи (волчанка), кишечника, почек, глаз, лимфатических желез, костей, суставов, мозговых оболочек, брюшины, плевры, околосердечной сумки и др.

При туберкулезе легких фтивазид быстро вызывает улучшение общего состояния, снижение температуры, прекращение ночных потов, уменьшение кашля и количества мокроты, нормализацию крови. У больных налаживается сон, исчезает слабость, появляется сильный аппетит. Больные быстро начинают прибавлять в весе. Прибавление веса в некоторых случаях достигает более 10 кг. Постельные больные при лечении фтивазидом поднимаются на ноги.

Наблюдается улучшение состояния пораженных туберкулезом легких, устанавливаемое при помощи простукивания, прослушивания и рентгенологического исследования. У больных в большинстве случаев прекращается выделение туберкулезных палочек, в остальных случаях резко уменьшается их количество, т. е. больные становятся менее заразительными для окружающих. Окончательный результат лечения может быть различным в зависимости от состояния больного. В свежих случаях наступает полное выздоровление с рассасыванием туберкулезных изменений и закрытием каверн. У больных со старым туберкулезом, с большими, застарелыми кавернами, их закрытие не всегда наблюдается. Правда, и в этих случаях состояние больного улучшается, он часто становится работоспособным; однако для полного излечения таким больным, после проведения курса лечения фтивазидом, требуется хирургическое удаление пораженных долей легкого.

При туберкулезе гортани лечение фтивазидом вызывает быстрый терапевтический эффект: улучшается общее состояние, исчезает расстройство глотания,

голос становится звучным. Отмечается уменьшение болей и отечности в гортани. В дальнейшем исчезает инфильтрация, язвы постепенно заживают.

Такое же хорошее действие фтивазид оказывает при туберкулезных поражениях слизистой оболочки полости рта.

Замечательным оказалось действие этого препарата при туберкулезе кожи. К концу первой или второй недели лечения начинает отмечаться улучшение. Постепенно инфильтраты рассасываются, язвы заживают; на месте поражения остается нежная рубцовая ткань. Получение стойкого и полного эффекта требует лечения в течение 2,5—3 месяцев. По скорости наступления лечебного эффекта и его полноте фтивазид превосходит витамин D₂ и стрептомицин, бывшие до сих пор лучшими средствами для лечения туберкулеза кожи. Столь же хороший лечебный эффект от применения фтивазида наблюдается и при других формах туберкулеза.

Он не обладает неприятным вкусом и легко принимается даже детьми. Хорошо переносят фтивазид больные, страдающие поражением печени, почек, поджелудочной железы. Его хорошо переносят также беременные женщины. Только у больных с явлениями грудной жабы лечение фтивазидом нужно проводить с осторожностью.

В процессе лечения больных нередко наблюдается привыкание туберкулезных палочек к препарату, вследствие чего эффективность лечения к концу курса в некоторых случаях может снижаться. Это явление общебиологическое. Микробы могут привыкать к различным лекарственным препаратам. Отмечено появление лекарственной устойчивости к сульфаниламидам, пенициллину, стрептомицину, парааминосалициловой кислоте, бигумалю и др.

Для предупреждения развития устойчивости инфекции к определенному лекарству следует применять комбинированное лечение одновременно двумя или несколькими активными препаратами.

Иногда все же фтивазид может давать побочные явления, но в большинстве случаев они не носят серьезного характера и обычно проходят при продолжающемся лечении или при некотором снижении дозировки.

Фтивазид доступен для производства. Почти полное отсутствие противопоказаний для его применения, возможность проводить лечение в любых условиях — все это создает предпосылки для широкого распространения этого ценного препарата.

Профессор Г. Н. Першин

Всесоюзный научно-исследовательский химико-фармацевтический институт (Москва)

ПРИЛЕТ И ОТЛЕТ ПРОМЫСЛОВЫХ ПТИЦ БЛИЗ ЯКУТСКА

Ежегодный весенний прилет водоплавающих и болотных промысловых птиц — немаловажное событие для охотников Якутии, отправляющихся весновать на озера и на острова реки Лены и других якутских рек. В углой лодке охотник с риском для жизни преодолевает могучее течение реки с плывущими на ней льдинами, чтобы попасть на облюбованный им остров, засечь там в наскоро построенном шалаше и пострелять налетающих и подсаживающихся к деревянным манкам (чучелам) уток и гусей. Над окованной еще метровым льдом рекой первыми появляются гоголи и кряквы; за ними следуют шилохвостки, затем связи, серые утки, широконоски, наконец чирки-свистунки и мородушки. Наполняя весенний воздух своим своеобразным звонким «клокотанием», мородушки летят большими стаями. Эту птицу тысячами можно видеть за день валового пролета на Лене. Последними тянутся по реке запоздавшие стаи уток различных видов.

Гуси летят довольно дружно. Иногда прилет гусей затягивается в зависимости от условий погоды. При внезапном похолодании он задерживается, иногда даже наблюдается временный отлет гусей с севера на юг. Первыми летят гуменники, за ними — многочисленные стаи белолобых казарок и, наконец, — чернобрюхие казарки — гусей-немки.

Завершается прилет птиц в начале лета появлением турпанов.

Мы составили таблицу многолетних средних данных пролетов промысловых птиц близ Якутска, главным образом по нашим наблюдениям на Соттинском берегу Лены, а также по наблюдениям И. Ф. Охлопкова, охватывающим период времени от 10 до 20 лет.

Пролет промысловых водоплавающих и болотных птиц близ г. Якутска

Виды птиц	Срок пролета	Виды птиц	Срок пролета
Кряква	29 апреля	Мородушка	10—20 мая
Шилохвостка	7—15 мая	Связь	18—23 мая
Гуменник	15 мая	Чернеть хохлатая	19—21 мая
Казарка белолобая	20—23 мая	Турпан	31 мая
Гусь-немок	20—30 мая	Бекас	15 мая
Чирок-свистунок	7—14 мая	Туруктан	17 мая

Осенний отлет водоплавающих птиц проходит не столь дружно, как весенний прилет, поэтому и данные по отлету собирать значительно труднее.

В конце августа — начале сентября утки собираются в стаи, и со второй декады сентября начинается их отлет. Осенний пролет гусей начинается с 14—15 сентября, массовый пролет — около 20 сентября. Последние стаи гусей пролетают обычно под Якутском в последние числа сентября и первых числах октября. По нашим наблюдениям, кряква собирается в стаи в первой половине сентября, а отлетает во второй половине; мородушка соответственно — 25—30 августа и в середине сентября; чирок-свистунок — в середине августа и в середине сентября; в эти же сроки отлетают шилохвостка и гуменник, а связь собирается в стаи 20—30 августа и отлетает во второй половине сентября.

Водоплавающие промысловые птицы, особенно на севере Якутской АССР, представляют значительный объект промысла и играют заметную роль в пище населения.

Н. Г. Булкович

ЛЕНКОРАНСКИЕ БУЙВОЛЫ

Азербайджан — один из самых древних очагов одомашнивания буйвола. В наиболее южной части Азербайджанской ССР — Ленкоранской низменности — издавна сосредоточены лучшие стада буйволов. Поголовье буйволов по своей численности достигает здесь в отдельных районах 25—35% общего количества крупного рогатого скота. В стадах крупного рогатого скота некоторых колхозов Ленкоранского и Масаллинского районов — свыше 50% буйволов.

По сравнению с другими районами Азербай-

джанской ССР поголовье буйволов Ленкоранской низменности наиболее многочисленно и не уступает в этом отношении районам Кировабадского госплемрассадника буйволов. При этом за последние годы поголовье буйволиц в колхозах Ленкоранской низменности значительно возросло, что указывает здесь на растущее значение молочного направления в буйволоводстве (по сравнению с рабочим).

Ленкоранская низменность, богатая тростниковыми, осоковыми, чаирными (состоящими из гречки пальчатой) заболоченными пастбищами, с теплы-



Буйволята текущего года рождения

ми водоемами и благоприятными климатическими условиями в зимнее время, является наиболее подходящим местом для разведения буйволов.

Еще в 1929 г. проф. И. И. Калугин указывал, что в Ленкоранском уезде сосредоточены наиболее крупные буйволы, рост которых поддерживается также непрерывным освежением крови.

Произведенное в 1950—1952 гг. обследование ферм Ленкоранской низменности показало, что и в настоящее время ленкоранских буйволов можно считать наиболее ценными. Взрослые буйволицы в лучших стадах весят в среднем около 500 кг. В совхозе им. Ильича, например, в стаде из 113 голов разных возрастов даже в зимних условиях вес буйволицы в среднем не ниже 458 кг, а лучшие животные весят до 635 кг. Многие буйволицы, несмотря на возраст 13—15 лет, не только тяжеловесны, но и наиболее удойны (1200—1300 л молока за лактацию). Это, а также наличие 18—20-летних рабочих буйволов указывает на большую жизнестойкость животных, способных сохранять высокую продуктивность до глубокой старости.



Буйволы на море в Ленкорани

Долголетнее племенное использование производителей опровергает распространенное мнение о быстрой потере буйволами-самцами половой потенции, об их злобном характере после 3—4 лет племенной службы и якобы вызываемой этим необходимости ускоренной смены их молодыми производителями.

Немаловажный показатель выдающихся качеств ленкоранских буйволов — тяжеловесность их шкур. Вес крупных парных буйволиных шкур, принятых с ленкоранских боен, — 35—40 кг. Наиболее высокий вес — 50 кг.

Молочная продуктивность ленкоранских буйволиц, определенная по удоям за лучшие месяцы лактации, оказалась равной 1295 л в среднем на 1 голову (всех возрастов). При этом число буйволиц с удойностью 1500 л и выше составило 24,1%, т. е. почти четвертую часть стада.

Больше 1000 л молока в среднем на каждую буйволицу (113 голов) ежегодно надаивается в совхозе им. Ильича, Ленкоранского района. Эти удои получены в условиях пастбищного содержания скота, без подкормки его концентрированными и сочными кормами.

Опыт фермы Азербайджанского научно-исследовательского института животноводства дает основание утверждать, что с укреплением кормовой базы и улучшением кормления удои в ближайшие же годы могут быть подняты до 1300—1500 л молока на 1 фуражную буйволицу. Выдающаяся жирномолочность и повышенное содержание в молоке буйволицы белка и зольных элементов дают основание приравнять эти удои к удоям лучших стад швейцарского скота (примерно 3000 л при 3,8% жира) в колхозах и совхозах Азербайджана.

Содержание жира в молоке ленкоранских буйволиц очень высокое — в среднем 8,45%. В последние месяцы лактации оно достигает 14%. Анализ молока лучших ленкоранских буйволиц показывает, что оно превосходит молоко местного кавказского скота не только по содержанию жира (в 2—2,5 раза), но и по количеству белка, а также кальция. По сравнению с молоком местного кавказского скота в молоке ленкоранских буйволиц содержится в два-три раза больше таких важных микроэлементов, как кобальт, медь, железо, цинк.

Таким образом, ленкоранские буйволы по праву могут быть признаны одними из лучших в Азербайджанской ССР и Советском Союзе.

Племенная работа с буйволами в Ленкоранской низменности должна разворачиваться на базе реконструкции кормодобывания — широкого внедрения травосеяния, посева силосных культур, кормовых, бахчевых и корнеплодов и организации зеленого

конвейера. Необходимо ускорить перевод буйволов на стойлово-лагерное содержание, устройство водоемов для купания.

Улучшение породы ленкоранских буйволов должно быть основано на направленных изменениях условий жизни животного, особенно в самом раннем его возрасте — в период эмбрионального развития и в молочный период.

С этой целью необходимо перевести буйволят на ручную выпойку, резко улучшить условия кормления и содержания стельных животных и молодняка, систематически вести племенную отбор и подбор. Племенная работа с ленкоранским буйволом должна предусматривать также широкое применение метода спаривания лучших разнотипных животных.

Как известно, попытки гибридизации буйвола с крупным рогатым скотом и зебу пока не привели к положительным результатам, несмотря на то, что перспективность результатов в случае удачи подобной гибридизации уже давно оценена весьма высоко.

Однако это не исключает необходимости в настоящее время применить в колхозном буйволовод-



Купание буйволов в реке

стве методы спаривания буйволов различных типов, выращивания производителей на рационах, усиливающих половой диморфизм животных, а также применить спаривание ленкоранских буйволов с племенными буйволами лучших пород из Китая и Индии.

И. И. Бакулин

*Кандидат сельскохозяйственных наук
Совет по изучению производительных сил
при Академии наук СССР*

НАХОДКА ОСТАТКОВ ИСКОПАЕМОГО ЧЕЛОВЕКА В КРЫМУ

Находки костных остатков древнейших людей — предков человека современного вида — представляют большую редкость. В настоящее время число изученных остатков питекантропов и синантропов насчитывается единицами, число находок костей неандертальцев, живших значительно позже, тоже невелико. В недавно опубликованной сводке указано лишь 46 мест, где найдены костные остатки неандертальского человека¹.

Большинство этих находок связано с палеолитическими стоянками, относящимися к так называемой мустьерской эпохе палеолита. Можно считать установленным, что в период, характеризовавшийся распространением кремневых орудий мустьерского типа (конец древнего палеолита или средний палеолит по другим классификациям), и жил неандертальский человек. Понятно то волнение, с которым археологи, исследующие мустьерские стоянки, ждут находок костей неандертальцев.

До недавнего времени на территории СССР кости

мустьерского человека были обнаружены только в двух местах: в 1924 г. Г. А. Бонч-Осмоловский нашел в пещере Киик-коба близ Симферополя кости конечностей взрослого неандертальца, а в 1938 г.

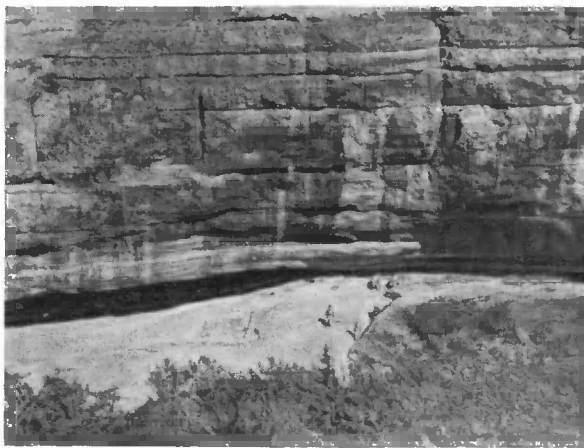


Рис. 1. Пещера Староселье

¹ См. Труды Института этнографии им. Н. Н. Миклухо-Маклая Академии наук СССР, т. XVI, 1951 стр. 70—75.

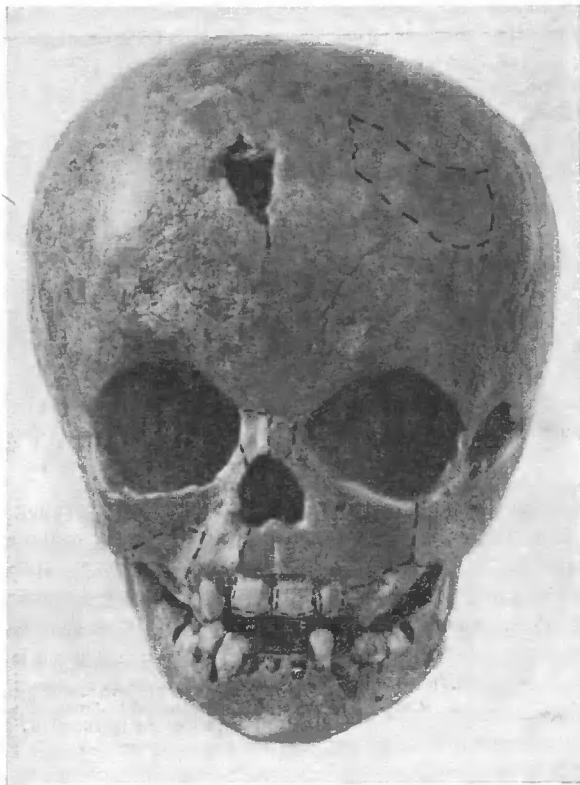


Рис. 2. Череп ребенка из Староселья после реставрации (пунктиром обведены реставрированные участки кости)

А. П. Окладников открыл в пещере Тешик-Таш в Узбекистане погребение ребенка-неандертальца в возрасте 8—10 лет. В 1953 г. автор этих строк сделал новую находку костей человека в крымской мустьерской стоянке.

С 1952 г. ведутся раскопки пещеры, расположенной в пригороде г. Бахчисарая — с. Староселье. Раскопки показали, что этот большой скальный навес служил местом длительного обитания мустьерского человека (рис. 1). Наслоения пещеры насыщены большим числом кремневых орудий и костей животных, на которых охотился первобытный человек.

Коллекция орудий, собранная за два года раскопок, позволила уверенно говорить, что стоянка Староселье относится к концу мустьерского времени — к периоду, непосредственно предшествующему началу позднего палеолита¹. Здесь представ-

¹ См. А. А. Формозов. Возобновление полевых исследований по каменному веку Крыма, «Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода», 1953, № 18, стр. 89—94.

лены все характерные типы орудий мустьерской эпохи: ручные рубильца, остроконечники и скребла, дисковидные нуклеусы. Необходимо отметить при этом, что среди кремневых отщепов, служивших заготовками для изготовления орудий, есть ряд пластинчатых сколов, напоминающих те пластинки, из которых делал орудия человек позднего палеолита. Среди орудий стоянки также есть типы, похожие на позднепалеолитические формы орудий — узкие асимметричные остроконечники, напоминающие остря, орудия, близкие по типу к скребкам и резам, и т. д.

Кости животных, найденные вместе с этими орудиями, принадлежат, по определению Н. К. Верещагина, мамонту, шерстистому носорогу, дикому ослу, дикой лошади, благородному оленю, косуле, сайге, лисице, волку, пещерной гiene, зайцу-русаку. Больше всего найдено костей дикого осла, являвшегося, видимо, основной добычей мустьерских охотников.

Находки костей осла на палеолитических стоянках очень редки. Кости дикого осла обнаружены на стоянках эпохи бронзы в Причерноморье, в скифском городе Неаполисе, существовавшем две тысячи лет назад, в славянском городе Вышгороде XII в. Об охоте на диких ослов на Украине, в Белоруссии и Литве всего несколько столетий назад можно прочесть в записках С. Герберштейна и Михаила Литвина. Таким образом, на территории Европейской части СССР дикий осел существовал и был объектом охоты до недавнего времени¹, но ни в одной палеолитической стоянке Русской равнины нет находок костей дикого осла. Есть они только в Крымских и Кавказских стоянках, но и то не во всех и не в большом числе².

Рассказы очевидцев охоты на диких ослов-куланов в Казахстане в XIX в. помогают понять, в чем тут дело.

Охота на осла очень трудна, ибо это «крайне осторожное чуткое животное и малейшее подозрение, малейший намек на опасность обращает его в бегство, и он, точно молния, летит прочь»³. Установлено, что скорость дикого осла достигает 64,3 км/час, что недоступно и кавалерийской лошади⁴. Охота на куланов возможна поэтому только при большом числе всадников, часть которых едет в объезд преследуемого стада животных. Из этого

¹ См. И. Г. Пидопличко. О ледниковом периоде, вып. 2, Киев, 1951, стр. 49—50.

² См. Труды Института геологических наук Академии наук СССР, вып. 64, 1948, табл. 11.

³ Я. Я. Полферов. Охота в Тургайской области, Оренбург, 1896, стр. 57.

⁴ См. «Животный мир СССР», т. II, Изд-во АН СССР, 1948, стр. 18.

становится понятным, почему палеолитический человек на Русской равнине не мог охотиться на дикого осла. Осел стал в степной полосе добычей охотников лишь после появления верховой лошади.

В горах охота на ослов легче, чем в степи. Здесь возможно применение засад на тропах, по которым животные ходят за водой. Особенно интересен способ охоты, описанный М. А. Леваневским, наблюдавшим, как на обрывистых берегах Аральского моря казахи разыскивают «тропинки, пробитые кулавами, по которым они спускаются к водопою», и, устраивая засады, зажимают стадо между морем и обрывом, после чего без труда истребляют его¹. Повидимому, аналогичные способы охоты знал уже мустьерский человек, использовавший узкие балки горного Крыма с их крутыми обрывами, где было легко закрыть все пути стаду животных. Бахчисарайская балка, близ которой расположена стоянка Староселье, для этой цели очень удобна, чем и объясняется исключительное обилие костей дикого осла на стоянке. Показательно, что костей осла нет в крымских стоянках Чокурча и Сюрень, давших большие собрания фауны. Обе стоянки расположены на широких долинах рек Салгира и Бельбека, где невозможно было охотиться таким же способом. Узкие балки были для этого гораздо удобнее.

Все эти соображения, как и наблюдения, сделанные А. П. Окладниковым в Тешик-Таше, где неандертальцы охотились за быстрыми горными козами², показывают, что человек эпохи древнего палеолита далеко не был таким беспомощным существом, каким его иногда изображают.

Как кремневые орудия, так и кости животных залегают в пещере Староселье в слое, насыщенном обломками плит камня, падавших с потолка пещеры. Как отмечает В. И. Громов, такой тип отложений в пещерах говорит о резко континентальном климате, характерном, скорее всего, для ледникового времени³. Вероятно, человек жил в пещере в эпоху максимального (рисского) оледенения Русской равнины, что подтверждает позднемустьерскую дату стоянки. Разбирая такой завал камней и извлекая из него кремни и кости, мы неожиданно наткнулись на костяк ребенка, выше которого лежали слои камней с находками мустьерского времени. Они не были нарушены какими-либо поздними перекопками. Костяк лежал вытянуто на спине, головой на

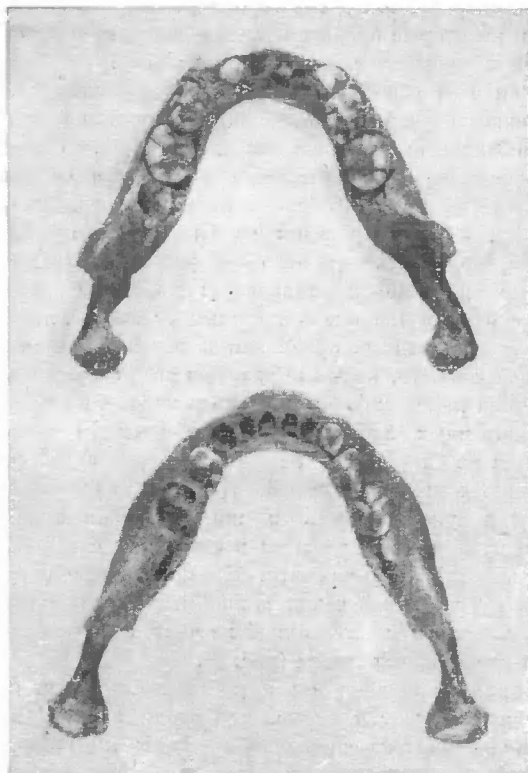


Рис. 3. Вверху — челюсть ребенка из Староселья, внизу — челюсть современного ребенка

запад. Повидимому, это намеренное погребение мустьерского времени¹. Для окончательного подтверждения мустьерского возраста находки на месте раскопок была вызвана комиссия специалистов Академии наук СССР: археолог С. Н. Замятин, антрополог Я. Я. Рогинский и скульптор-антрополог М. М. Герасимов. Комиссия подтвердила наше заключение. М. М. Герасимов с большой осторожностью извлек скелет ребенка из земли, а по возвращении в Москву склеил из кусков раздавленных камнями череп (рис. 2).

Тщательное изучение его проводится в настоящее время проф. Я. Я. Рогинским. Работу очень затрудняет то, что ребенок был очень мал; ему не было, повидимому, даже полных двух лет. Кости таких юных неандертальцев до сих пор не изучались. Приходится базироваться на сравнениях с ко-

¹ См. «Землеведение», кн. VI, 1894, стр. 122—123.

² См. сб. «Тешик-Таш, палеолитический человек», Изд-во МГУ, 1948.

³ См. Труды Института геологических наук АН СССР, вып. 64, 1948, стр. 250.

¹ Скелет обнаружен сотрудником экспедиции А. А. Щепинским, предварительная расчистка и закрепление скелета клеем произведены сотрудницей экспедиции Т. И. Алексеевой.

стями современных детей такого же возраста. Приведем некоторые предварительные данные, полученные при изучении черепа из Староселья¹.

Ряд черт строения черепа резко отличается от особенностей черепов современных детей и близок к особенностям черепов неандертальцев. Такова прежде всего общая массивность костей черепа, в частности нижней области лобной кости. Повидимому, если бы ребенок из Староселья прожил еще несколько лет, у него бы развились характерные для неандертальцев надбровные дуги. Далее отмечаются очень крупные размеры вторых молочных коренных зубов как в верхней, так и в нижней челюсти, крупные размеры резцов, большая величина коронок формирующихся первых постоянных коренных зубов. Некоторые размеры зубов ребенка из Староселья больше размеров зубов современных взрослых людей. Наконец, характерна большая уплощенность и ширина фронтальной части дуги нижней челюсти в сочетании с небольшой высотой тела челюсти. Прямоугольные очертания дуги нижней челюсти характерны для неандертальцев и являются одной из черт, отличающих их от современных людей (рис. 3).

Наряду с неандертальскими чертами, череп из Староселья имеет и черты, характерные для *Homo sapiens* — человека современного вида: крутой лоб и подбородочный выступ. Ряд черт специфичен только для кроманьонцев — древнейших людей современного вида. Это — угловатость орбит, малая высота лица, относительно большая ширина его, относительно большая мощность скуловой кости.

В целом можно констатировать, что перед нами череп человека, обладавшего особенностями, характерными как для неандертальцев, так и для людей современного вида, причем последние преобладают.

¹ Более подробное сообщение о находке в Староселье см. «Советская этнография», 1954, № 1.

Находки костных остатков человека переходного типа от неандертальца к *Homo sapiens* известны пока в очень небольшом числе. Костные остатки из пещеры Схул в Палестине являются едва ли не единственно научно описанной находкой такого рода. Значение находки в Староселье заключается, следовательно, прежде всего в том, что она заполняет очень важный пробел в наших представлениях о происхождении человека — о промежуточном звене между неандертальцем и *Homo sapiens*.

Далее, очень существенно, что теперь нужно считать мустьерскую эпоху (во всяком случае позднее мустье) не только временем существования неандертальца, но и временем сложения человека современного вида. Ранее отмечалось, что *Homo sapiens* появляется в самом начале позднего палеолита, когда наблюдается резкое совершенствование кремневых орудий человека, появляется обработка кости, произведения искусства и т. д. Связь формирования современного вида человека с резким прогрессом в его культуре несомненна, но раньше эти явления представлялись одновременными. Теперь можно говорить, что сначала произошло сложение человека современного вида (еще в рамках мустьерской эпохи), а далее человек смог развить и совершенствовать свои орудия. Высказанное несколько лет назад Я. Я. Рогинским предположение, что в позднем мустье мы вправе ожидать находки костей почти вполне сформировавшегося человека современного вида (см. «Краткие сообщения Института этнографии Академии наук СССР», вып. IX, 1950, стр. 50), получило, таким образом, подтверждение. Как видим, уже предварительное изучение костей ребенка из Староселья приводит нас к очень важным выводам, существенным как для антропологии, так и для истории. Несомненно, что продолжение этой работы может дать еще очень много интересных наблюдений, а продолжение раскопок позволит полнее представить особенности культуры человека в период перехода от неандертальца к *Homo sapiens*.

А. А. Формовое
Институт истории материальной культуры
Академии наук СССР

ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

СТЕПНЫЕ ЗАПАДИНЫ И ДРЕВЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Западины — характерная форма мезо- и микро-рельефа степей вообще и сухих Сальских степей (Ростовская область) в частности. Западины представляют собой замкнутые понижения. Большая обеспеченность западин влагой (по сравнению с плакорными участками степи) приводит к тому, что травянистая растительность здесь развивается лучше, встречаются даже представители лугового разнотравья. Лучше здесь и условия роста леса.

Своеобразие степных западин, этих «зеленых пятен» на выжженных солянцем просторах степей, издавна привлекало внимание исследователей — геоморфологов, геоботаников и почвоведов.

Суммируя различные гипотезы происхождения западин, М. П. Воскресенский связывает их генезис с геологическими процессами прошлого (эрозия, действие ветра, выщелачивание и т. д.) и современной динамикой грунтов, усиленное увлажнение которых приводит к снижению коэффициента внутреннего трения, потере макропористости и уменьшению объемной массы грунта¹.

По нашим наблюдениям, это объяснение в основном правильно. Вызывает возражение только то, что первичное образование западин отнесено к геологическому прошлому. Ведь водная эрозия, действие ветра, выщелачивание и другие причины — все в той или иной мере участвует и в современном формировании мезорельефа степей. Некоторые из них, правда, ввиду сухости современного климата

¹ См. М. П. Воскресенский. Каштановые почвы и комплексы каштановой зоны. Сборник «Почвы Ростовской области», Ростов, кн. 4-я, 1940.

Сальских степей, снизили свою активность (водная эрозия, выщелачивание), другие попрежнему имеют большое значение (например, ветер, в особенности на распахиваемых или выбитых скотом участках, где, в свою очередь, проявляется сильное действие и водной эрозии).

Новые данные о значении коллоидно-дисперсных минералов для объяснения причин просадочности лёссов приводит И. Д. Седлецкий¹.

В ряде случаев процессу углубления западин способствуют искусственные древесно-кустарниковые насаждения, скапливающие снег и улучшающие водно-физические свойства почвогрунта: увеличение некапиллярной связности, улучшение структуры, увеличение водопроницаемости.

Осенью 1950 г. в районе участка полезащитных лесных полос близ ст. Куберле (Ростовская область) мы наблюдали следующее интересное явление. С начала октября здесь наступила дождливая погода. Первый сильный дождь шел с 14 часов 6 октября до утра 7 октября. 9 же октября при осмотре полос выяснилось, что в наиболее глубокой части одной из западин, на расстоянии около 10 м к западу от пересекающей ее лесополосы, образовалась трещина длиной около 10 м,



Трещина в грунте степной западины

¹ См. «Природа», 1954, № 3, стр. 86—87.

шириной по верху 10—30 см, глубиной до 1 м (см. рис.). Дно трещины было заполнено обвалившейся почвенной массой верхнего горизонта. В самой лесополосе примерно за месяц до описываемого случая сотрудниками гидрогеологической станции при бурении была обнаружена подземная трещина глубиной до 4 м при поперечнике 20—30 см, она не доходила до поверхности почвы на 0,5 м.

Почва в западине лугово-каштановая, слабо осолодевшая, глинистая. Лесная полоса в ней имеет ширину 20 м. За 17 лет сомкнутое дубово-кленовое насаждение достигло средней высоты 6,6 м при диаметре стволов 10,6 см.

Выщелачивание солей и изменение грунта под влиянием временами избыточного увлажнения грунта в западине связано, несомненно, и с влиянием лесной растительности (в необлесенных западинах подобных просадок грунта не наблюдалось).

Последующий размыв образовавшейся трещины приведет к углублению западины.

Ю. А. Орфанитский

Всесоюзный научно-исследовательский институт
лесного хозяйства

ИНТЕРЕСНЫЙ СЛУЧАЙ ВЕГЕТАТИВНОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЯБЛОНИ

Летом 1936 г., во время одной из экскурсий в горы Черноморского побережья Кавказа (Сочинский район), мы случайно



Ветви, образовавшиеся
в дупле яблони

обнаружили в дупле старого каштана корневую систему этого же самого дерева. Из наплыва в верхней части дупла образовался адвентивный (придаточный) корень, который уходил в нижнюю часть дупла, где обильно ветвился в трухе перегнившей древесины. Корень был многолетний, в верхней части толщина его была около 2 см. Как глубоко уходил корень в разрушенную гниением древесину — установить не удалось. При раскопке трухи древесины на глубину 25—30 см оказа-

лось, что толщина отдельных ветвистей корня достигала 1 см.

Годом позже аналогичное явление было обнаружено у другого дерева той же породы, а в 1942 г. — у белой ивы в селении Зайсан, Семипалатинской области. Повидимому, образование корней в дупле своего ствола представляет собою уже не столь редкое явление у некоторых древесных пород, особенно в таких районах с влажным и теплым климатом, как Черноморское побережье Кавказа.

Более интересный и редкий случай нам пришлось наблюдать в мае 1953 г. на южном берегу оз. Иссык-Куль, в 30 км от г. Пржевальска. Это было старое дерево яблони примерно 75—80-летнего возраста, из дупла которого росло несколько ветвей 4—7-летнего возраста. Обследование дерева показало, что эти ветви имеют вегетативное происхождение и возникли из придаточных почек на корне, ранее образовавшемся в дупле. Часть листьев на ветвях оказалась объединенной животными.

Новообразование, очевидно, произошло после выпиливания большого сука на южной стороне дерева, что вызвало вскрытие значительной части дупла и доступ в него солнечного света.

Это — необычное для плодовых растений вегетативное возобновление. Подобный случай в литературе по плодоводству пока нигде не был описан.

Профессор А. П. Драгавцев
Алма-Ата

КОСТЯНИКА НА ЮГО-ВОСТОКЕ

Костяника — *Rubus saxatilis* — типичное растение для хвойных и в меньшей степени для лиственных лесов. Большинство флористов, как, например, С. В. Юзепчук во «Флоре СССР» (т. X, стр. 1) и во «Флоре Юго-Востока Европейской части СССР» (т. V, стр. 498) ограничивает ее ареал этими зонами.

Особый интерес представляет собой находки костяники южнее — в ряде мест степной зоны и даже полупустыни. Во время полевых работ 1952 г. нам удалось обнаружить костянику в урочище Кара-Агач, Джамбейтинского района, Западно-Казахстанской области, и в осиновом колке вблизи пос. Хрущева, в южных отрогах Общего сырта (70 км севернее г. Уральска). В леске Кара-Агач костяника образовала сплошной покров под пологом осинового леса, резко отличающегося от колков подобного типа своеобразным подлеском из казачки о можжевельника, крушины, терна, шиповника. Плети костяники, густо переплетенные между собой, до-

стигали нескольких метров в длину. Наряду с костявкой, более или менее обильно встречались лабазник, подмаренник, мышиный горошек, вербейник, кипрей и некоторые другие растения. Вблизи Хрущева костяника также росла в осиновом колке. Но если в Кара-Агаче осиновая роща располагалась на равнинных развеечных песках, то здесь она сплошь занимала довольно широкую, в несколько десятков метров ширины, ложину, сбегаящую с сырта по направлению к юго-востоку. Подлесок в ней состоял из вишневника, шиповника; в травяном пологе часто встречались костер безостый, спаржа, крапива, вероника. Местами, соперничая с костявкой, попадалась ежевика. Состояние костяники было вполне хорошее, плети ее достигали больше метра длины, она довольно обильно плодоносила. (Гербарные экземпляры костяники хранятся в Уральском педагогическом институте).

Эти находки интересны не только тем, что позволяют уточнить ареал распространения костяники, но и как факты, косвенно указывающие на большую облесенность ряда районов Юго-Востока в прошлом, о чем говорят и некоторые работы последнего времени.

В заключение следует отметить, что в прошлом имели место некоторые забытые в наши дни находки костяники. Так, еще в середине прошлого столетия Г. С. Карелин сообщал о находках ее в лесах Общего сырта.

Позже костяника отмечалась Рожанец-Кучеровской в районе Илека, а М. Шиманюком — в урочище Кара-Агач и Ф. Н. Русановым — в урочище Джаном-Уркач, в районе Мугоджаров.

О. Т. Кольченко
Уральск

ИСПОЛИНСКАЯ ИВА В ХОПЁРСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Хопёрский государственный заповедник расположен в живописной части Воронежской области, между двумя старинными городами Борисоглебском и Новохопёрском, на берегах р. Хопра (левого притока Дона).

Причудливо-извилистые берега Хопра сверкают в этих местах серебристой белизной мельчайшего песка и окаймлены кудрявой зеленью густых зарослей ивняка.

Весной Хопёр затопляет большую часть заповедника, разливаясь на многие километры и наполняя многочисленные бассейны окрестных озёр. Во время паводка на долгие дни погружается в воду краса заповедника — пойменные дубравы. В этих лесах Петр I в свое время строил корабли для своего



Вид исполинской ивы в Хопёрском заповеднике.
Август 1953 г.

Азовского похода. Леса заповедника и до сих пор богаты ценной древесиной, в них много плодов, сочных ягод ежевики, грибов. Густые лесные заросли перемежаются с изумрудными полянами, что делает их чрезвычайно живописными. В наиболее глухих уголках заповедника обитают редкие ценные пушные звери — выхухоль, бобры.

Свидетелями древности этой местности служат столетние великаны-деревья. Во многих лесных участках заповедника можно встретить колоссальные дубы, тополя и ивы. Жители ближайшего к заповеднику села Алферовки с незапамятных времён любовно оберегали могучий древний экземпляр дуба, названный ими «пустынником». Дуб этот сторел недавно от прямого удара молнии.

Одно из исполинских деревьев ивы удалось нам обнаружить летом 1953 г. Оно растёт в заповеднике на северо-восточном берегу озера «Городская Серебрянка», с края пойменного дубового насаждения, близ проезжей дороги в с. Алферовку. Исполинский экземпляр ивы относится к гибридной форме белой ивы (*Salix excelsior* Host.). Он обладает огромными размерами, присущими белой иве, но не несет серебристой листвы, свойственной ей, и не отличается ломкостью ветвей, характерной для *Salix fragilis* L.

Дерево исполинской ивы растёт среди дубов, вязов, ильмов и других видов, свойственных типичному пойменному участку леса. В подлеске — кусты боярышника, шиповника и ежевики. Травянистый покров состоит из крапивы, осоки, ландыша и др.

Ствол исполинской ивы покрыт морщинистой, глубоко растрескавшейся продольными трещинами

корой и достигает в окружности 7,5 м на высоте груди. Диаметр ствола на этой же высоте равен 2,4 м, а на высоте трех метров от земли толщина ствола резко увеличивается и достигает в диаметре 3 м. Такая ширина объясняется тем, что около ста лет тому назад этот экземпляр начали эксплуатировать по типу так называемого в лесоводстве «безвершинного хозяйства». На высоте человеческого роста на обезвершинном стволе ивы периодически срезали все стволы его поросли, достигшие хозяйственно-ценных размеров и пригодные для изготовления необходимых в сельском хозяйстве изделий (оглобель, дуг, хомутов и пр.). От этого ствол ивы утолщался в месте постоянного травмирования. В настоящее время на вершине ствола ивы можно насчитать свыше 50 стволышпорослевни. Отдельные поросли достигают в диаметре 20 см и высоты 17—18 м. Общая высота дерева равна 20 м. Возраст этой исполинской ивы относительно невелик и определяется в пределах 150—170 лет.

Обнаруженный нами экземпляр — наиболее мощный среди других крупных ив, растущих в заповеднике.

Ф. Л. Щепотьев

*Кандидат биологических наук
Украинский научно-исследовательский институт
лесного хозяйства и агролесомелиорации*

МАССОВАЯ ЗИМОВКА СКВОРЦОВ В БАКУ

Зимовка скворцов на Апшеронском полуострове — явление вообще обычное. В это время года они скопляются на открытых, бесснежных полях, перелетают небольшими стаями с одного участка на другой, добывая себе пищу. К вечеру они собираются на ночлег поближе к населенным пунктам — в сады и виноградники, а часть их прилетает в парки и бульвары, расположенные в Баку.

Зимой 1950/51 г. нам удалось наблюдать чрезвычайно интересное явление. В Баку слеталось все больше и больше скворцов. К концу ноября их стало так много, что это привлекло всеобщее внимание. Бесчисленные стаи скворцов прилетали с севера и северо-востока полуострова и держались всю зиму в юго-западном секторе города, в основном на центральной улице.

Каждая прилетевшая стая в течение 30—40 минут, а иногда и более часа, кружилась высоко над зданиями, составляя сплошную ленту шириной до 100—200 м, и только с наступлением темноты птицы спускались в заросли плюща, который покрывал фасад зданий, и под его защитой устраивались на ночевку. А с восходом солнца эти многотысячные

стаи улетали на поля Апшерона для поисков пищи, откуда вечером снова возвращались, и так продолжалось в течение всей зимы.

По словам старожилков, такого массового скопления скворцов в центральном районе г. Баку за последние 50—60 лет не наблюдалось.

При полете скворцы поднимали такой крик, что заглушали шум трамваев, троллейбусов и автомашин.

Когда выпал снег и подул сильный ветер, скворцам стало трудно добывать себе корм, они голодали. Не будучи в состоянии летать, скворцы падали на землю, многие из них замерзали. По сообщению проф. М. В. Бржезицкого, во время обмывания плюща на одном из зданий города, где отмечалось особенно большое скопление скворцов, трупы птиц, смываемые струей воды, можно было собирать мешками.

25 марта все скворцы неожиданно покинули Баку. 26 марта оставались лишь единичные экземпляры, которые были заняты устройством гнезд, а самцы уже пели. Оставшиеся скворцы, повидимому, были оседлыми для Баку птицами.

Интересно отметить, что с появлением скворцов воробьи были вытеснены ими со своих мест.

В последующие 1952 и 1953 гг. зимовок скворцов в центральном районе г. Баку не наблюдалось. Это, повидимому, объясняется тем, что зима в эти годы была сравнительно теплой и маловетренной. Очевидно, сильные ветры и небывалые холода на Апшероне зимой 1950/51 г. заставили скворцов искать убежища в более защищенных местах, возле стен домов большого города.

А. М. Алекперов

*Кандидат биологических наук
Азербайджанский государственный университет
им. С. М. Кирова*

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ЛЕСНОГО ЛЕММИНГА

Лесной лемминг — мелкий грызун, внешне сходный с рыжими полевками, от которых отличается сильно укороченным хвостом. Этот зверек считается довольно редким. Биология его изучена слабо, однако исследования показывают, что в отдельные годы лемминг бывает довольно многочисленным и может служить кормом ряду ценных промысловых хищных зверей.

В книге С. И. Огнева «Звери СССР и прилежащих стран», вышедшей в 1948 г., распространение лесного лемминга на территории Европейской части СССР отмечено на Кольском полуострове (по

западному берегу оз. Имандра и южнее Кандалакши), в Карелии (в окрестностях г. Тунгута), в Новгородской области (в пределах Ильменской депрессии) и в Шарьинском районе, Костромской области.

Исследования последних лет, проведенные на севере Европейской части СССР, показали более широкое распространение лесного лемминга. Так, С. В. Шибанов¹ обнаружил ссылку на этого зверька в материалах по питанию песца, собранных на полуострове Канине. В 1951 г. Е. Н. Теплова² наблюдала лесного лемминга в Печорско-Илычском заповеднике, в районе среднего течения р. Уньи.

Нам удалось установить еще два новых района обитания лесного лемминга — на юго-западе Архангельской области (Коношский район) и в центральной части Вологодской области (Харовский и Вожегодский районы). В Коношском районе остатки этого зверька были найдены в гнезде совы. В Харовском районе один экземпляр лесного лемминга был пойман в октябре 1951 г., зверек был добыт в небольшом островке леса, оставшемся на лесосеке.

До зимы 1950 г. здесь был большой массив ельника-зеленомошника с множеством старых, гнилых пней и поваленных деревьев, поросших сфагновым и зеленым мхом. После рубки, произведенной зимой 1950/51 г., от этого массива остался небольшой недорубленный участок елей, в котором под старым полусгнившим деревом и был пойман лесной лемминг. В начале августа 1952 г. в этом же районе были пойманы еще три лесных лемминга. Эти зверьки также добыты в ельнике с покровом из зеленых мхов, черники и с густым подростом небольших елей.

В июле этого же года один экземпляр лесного лемминга был пойман в окрестностях с. Тавринга, Коношского района, Архангельской области.

1952 год характеризовался значительным увеличением численности лесных видов мелких грызунов почти по всем областям Европейского севера. Численность рыжей и пашенной полевки увеличилась по сравнению с весной 1951 г. в 4, а в отдельных местах в 5—6 раз.

Летние месяцы 1951 и 1952 гг. отличались теплой погодой с относительно небольшим количеством

¹ См. С. В. Шибанов. Динамика численности песца в связи с условиями размножения, питания и миграциями. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института охотничьего промысла, т. XI, 1951, стр. 57—75.

² См. Е. Н. Теплова. О миграции лесного лемминга в районе среднего течения реки Уньи, «Зоологический журнал», т. XXVI, вып. 4, 1952.

осадков. Повидимому, эти условия были благоприятны и для лесного лемминга, численность которого также увеличилась.

Все лесные лемминги, добытые в Харовском районе, были молодые самки с длиной тела от 72 до 85 мм и весом 14,5—18 г. Зверек, добытый в июле в Коношском районе, был довольно крупный самец, весом 27 г и длиной 100 мм, с хорошо развитыми половыми железами.

Желудки этих грызунов были заполнены зеленой массой, состоящей из измельченного зеленого мха. Зимой 1953 г. мы нашли лесного лемминга в содержимом желудков лесных куниц, добытых в Вожегодском районе, Вологодской области.

Таким образом, лесной лемминг в Европейской части СССР распространен значительно шире, чем это отмечалось ранее.

З. А. Грибова

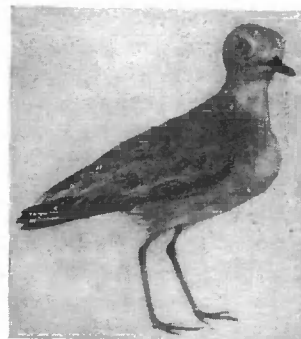
Всесоюзный научно-исследовательский институт охотничьего промысла

КОРОТКОНОСЫЙ ЗУЕК НА СЕВЕРНОМ БЕРЕГУ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Коротконосый зуек — птица, населяющая горные степи и полупустыни высоких хребтов и нагорий Средней и Центральной Азии. О питании и поведении этой замечательной ржанки во время пролета очень мало известно, и любые сведения по этому вопросу представляют научный интерес.

Так, 17 мая 1953 г. на отлогом песчаном берегу Аральского моря, в 3 км южнее г. Аральска, нам удалось добыть экземпляр коротконосого зуйка. Три птицы держались у самой воды в стае обычных здесь морских зуйков. Размеры добытого экземпляра: длина крыла — 125 мм, клюва — 18 мм, цевки — 34 мм, вес — 70 г.

По размерам и окраске добытый экземпляр относится к подвиду *Charadrius mongolus pamirensis* Richm., распространенному по высокогорным долинам



Коротконосый зуек

Фото А. А. Ульянова

Памира и Тянь-Шаня. Это первый случай нахождения данного вида на побережье Аральского моря; объясняется он, видимо, случайным залетом. Список птиц Казахстана дополняется, таким образом, новым видом.

Вскрытие показало, что добытый зуек — взрослый самец, в желудке его оказались мелкие моллюски и бокоплавы.

В. А. Грачев
Аральск

САМЦОВОЕ ОПЕРЕНИЕ У САМКИ ГЛУХАРЯ

Большинство куриных птиц характеризуется хорошо выраженным половым диморфизмом. Самцы и самки отличаются друг от друга величиной, окраской оперения и другими признаками. Яркие различия между полами свойственны и типичному представителю таежной фауны куриных — глухарю. Самец глухаря, как известно, много крупнее самки и сильно отличается окраской оперения: у самки — мозаичный рыже-черный наряд, самец же при темнотруйчатом (с каштановыми плечами) оперении верха имеет снизу черную окраску с металлически-зеленым отливом на груди и неправильной белой пятнистостью на брюхе.

20 октября 1952 г. на территории Слободского бобрового заказника (в 40 км к югу от Архангельска) была добыта глухарка с рядом характерных особенностей самца. Оперение этой замечательной птицы представляет собой сложную мозаику из признаков самца и самки. Нижняя сторона близка к оперению нормальной глухарки, однако на груди рыжий пояс прикрыт характерными для самца черными коцками перьев с металлически-зеленым отливом. Верхняя сторона еще более «самцовая»: серый струйчатый рисунок здесь хорошо выражен, но перемешан с перьями, несущими признаки самки с черными поперечными полосами на рыжем фоне. Интересно, что мужские и женские признаки во многих случаях сочетаются на одном и том же пере.

По величине этот экземпляр уступает нормальной самке: вес его 1650 г против 2300 г (средний вес 66 глухарок, добытых в последние годы на Архангельском севере). Есть некоторая разница в длине тела, величине клюва, цевки и хвоста; последний развит заметно слабее, особенно по ширине опахал рулевых. Эти различия, а также отмеченная при исследовании тушки характерная для молодых особей структура костей, указывают на то, что описываемая птица сеголетка.

Перед нами несомненно случай петухоперости

у самки глухаря, интересный тем, что он наблюдается не у старой, как обычно, а у молодой птицы. Исходя из экспериментальных данных, согласно которым развитие наряда самок у куриных определяется яичником (при кастрации женский наряд пропадает и взамен его развивается мужской), надо думать, что у исследованной нами особи период формирования оперения совпал с временным угнетенным состоянием яичника. Это и привело к возникновению сложного сочетания мужских и женских признаков в оперении одной и той же птицы. Было ли это нарушение в развитии яичника следствием травмы или какой-либо иной причины — сказать трудно.

Экземпляр петухоперой глухарки хранится в зоологической коллекции нового здания Московского университета им. М. В. Ломоносова.

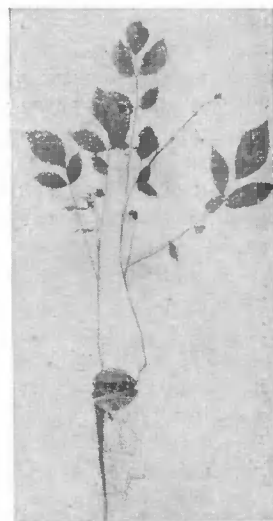
В. Я. Паровщиков, В. Ф. Ларионов
Зоологическая станция Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова

РЕДКАЯ ФОРМА ВСХОДОВ ГРЕЦКОГО ОРЕХА

Обычно при всходах семени волошского (грецкого) ореха появляется только один ствол. Недавно, при опытных посевах этого ореха в Ботаническом саду Молдавского филиала АН СССР, у одного из семян было обнаружено два стволика, на расстоянии 27 мм один от другого.

Чтобы исследовать это редкое, впервые наблюдаемое явление, корневая система была тщательно отмыта. Оказалось, что эти стволики образовались из двух точек семени при его прорастании.

Повидимому, в данном случае в семени ореха при общем стержневом кроне было два зародыша. Возраст сеянца — 4 месяца.



Сеянец ореха четырехмесячного возраста; видны два стволика, выходящие из одного ореха

М. М. Тымко
Ботанический сад Молдавского филиала Академии наук СССР

ПОПУЛЯРНАЯ КНИГА О СОЛНЦЕ

В. В. Шаронов

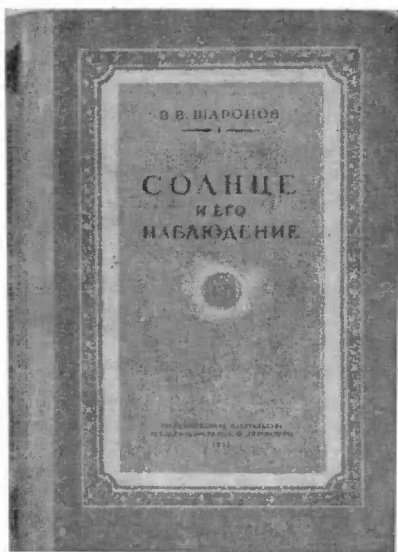
СОЛНЦЕ И ЕГО НАБЛЮДЕНИЕ

Издание второе

Государственное издательство
техничко-теоретической литера-
туры, 1953, стр. 218.

Книга проф. В. В. Шаронова «Солнце и его наблюдение», как это следует из предисловия, предназначена для наблюдателей Солнца — любителей и работников обсерваторий. Большое достоинство книги — прекрасное и доходчивое изложение некоторых основных вопросов физики Солнца. Автору в общем удалось достаточно научно рассказать о многих весьма трудных проблемах при сохранении популярности изложения. Для чтения книги действительно не требуется специального образования, хотя, конечно, она рассчитана на образованного читателя.

Многие из наших популярных книг, хотя часто и обладают рядом достоинств, но написаны серым суковным языком, изобилующим жаргонными выражениями, непонятными читателю. К авторам такого рода сочинений смело можно применить слова А. П. Чехова: «ученость свою показать хотят и потому всегда говорят непонятное». Книга



В. В. Шаронова лишена этих недостатков, она написана хорошим языком. Автор очень умело и вдумчиво прибегает к сравнениям и образам, весьма тщательно их выбирает.

Все же приходится с сожалением отметить, что книга не лишена других существенных недостатков. Мы отметим здесь два из них, являющихся, по нашему мнению, основными.

Первым и главным недостатком следует считать отсутствие свежести в излагаемом материале. Разумеется, вообще весьма трудно

написать популярную книгу так, чтобы она полностью соответствовала современному состоянию какого-либо раздела науки, тем более такой бурно развивающейся области астрофизики, как физика Солнца. Все же досадно, что в книге не нашли отражения весьма важные достижения советских и зарубежных исследователей, например: новые результаты в объяснении спектрогелиограмм (исследование водородных и кальциевых флоккул), новые данные об исследовании местных магнитных полей на Солнце и об измерении общего магнитного поля Солнца, новые результаты по исследованию грануляции, полученные в последние годы в Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР (в Пулкове). Лишь весьма бегло упомянуто о представляющих исключительный интерес работах по исследованию хромосферных эспышек и протуберанцев, выполненных в Крымской астрофизической обсерватории Академии наук СССР. Совершенно недостаточно сказано о последних достижениях физики внутренней и внешней короны. Можно было бы указать еще ряд пробелов.

Правда, автор книги еще в предисловии оговаривает, что основное внимание он будет об-

ращать на вопросы, связанные с изучением фотосферы (пятен), а спектральных исследований касаться почти не будет. Однако исследования эти он тем не менее рассматривает, и это, конечно, совершенно правильно, ибо без их изложения в настоящее время не может и не должна быть написана ни одна книга о Солнце. Касаясь, как мы уже говорили, весьма бегло некоторых важных и актуальных вопросов физики Солнца, относящихся к короне и хромосфере, автор уже не смог, возможно, именно вследствие слишком большой сжатости, сохранить достаточную строгость изложения, и эти места книги (особенно глава III, «Внешние оболочки Солнца») наименее удачны.

Долгом наших ученых, занимающихся исследованиями Солнца, является написание популярной книги, которая в полной мере отражала бы современное состояние физики Солнца, т. е. знакомила бы читателя как с полученными за последнее время результатами, так и с наиболее актуальными проблемами, стоящими перед этим разделом астрономии. Материалы, накопленные нашими ведущими обсерваториями, вполне позволяют это сделать. Такой книги ждет наш советский читатель, и надо, чтобы он получил ее возможно скорее.

Второй недостаток книги связан с первым и отчасти даже вытекает из него. Автор в предисловии говорит, что книга предназначается не только для любителей астрономии, но также и для работников (наблюдателей) небольших обсерваторий, где ведутся регулярные наблюдения Солнца. Нам кажется, что эту категорию читателей книга В. В. Шаронова, именно из-за указанного выше недостатка, удовлетворить не может. В самом деле, с одной сто-

ровы, в наше время наблюдатели в научных астрономических учреждениях, как бы эти учреждения ни были малы, имеют, как правило, законченное университетское образование. Следовательно, им может быть интересна лишь такая книга о Солнце, пусть популярная, которая отвечала бы современному состоянию науки.

С другой стороны, для квалифицированных наблюдателей не может представлять особенного интереса и вторая часть книги, методическая, или, как ее называет автор, инструктивная. Кроме того, наблюдения Солнца в научных учреждениях ведутся по плану: либо в соответствии с инструкцией по службе Солнца, либо в соответствии с определенной плановой научной темой.

Поэтому основными читателями книги В. В. Шаронова будут, конечно, многочисленные любители астрономии. Для них она несомненно окажется полезной и интересной, и как раз ее вторая (инструктивная) часть представит особую ценность.

Позволим себе сделать еще несколько замечаний, которые желательнее было бы учесть, если будет предпринято новое издание этой книги. В главе I на стр. 9 говорится, что «наиболее удобным типом гелиографа является прибор, сконструированный Д. Д. Максutowым по принципу меньковского телескопа. Гелиограф Максutowа изготовлен во многих экземплярах и принят в качестве стандартного инструмента для регулярных фотографических наблюдений солнечной поверхности на обсерваториях СССР».

Практика показала, однако, что по ряду причин фотогелиографы указанной системы оказались неудобными для службы Солнца и в ближайшее время

будут заменены другими инструментами. Это место (и далее на стр. 41) следовало бы исключить.

Странно звучит на стр. 18 фраза: «Спектр описанного типа называется эмиссионным или линейчатым». Общеизвестно, что линии, так же как полосы и непрерывный спектр, могут наблюдаться и в эмиссии и в поглощении. Попытка объяснить более глубоко образование спектральных линий, которая делается на стр. 24 (4-й абзац сверху) явно неудачна и способна только смутить и запутать неподготовленного читателя.

В заключение хочется сказать еще несколько слов о достоинствах этой книги, полностью оправдывающих ее повторное издание и делающих ее ценным пособием для любителей астрономии. Достоинства эти заключаются в том, что книга В. В. Шаронова помогает организовать достаточно ценные и интересные наблюдения фотосферы Солнца силами любителей астрономии. Этому способствует очень хорошо написанная вторая (инструктивная) часть книги, в которой не только дается описание методики наблюдений и их обработки, но и приводится много ценных и практически полезных советов начинающему наблюдателю-любителю. Ценно также и то, что содержание книги не сводится к перечислению определенных рецептов, особенно в той части, которая касается наблюдений солнечных пятен, но позволяет осмыслить наблюдения, понять их назначение. Эта книга содействует росту культуры советских людей, привитию вкуса к научной работе у любителей астрономии и росту научных кадров.

С. М. Полосков

Кандидат физико-математических наук

ВКЛАД СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ В НАУКУ О БАКТЕРИОЗАХ РАСТЕНИЙ

М. В. Горленко

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ

Государственное издательство
«Советская наука»,
1953, 163 стр.

За последние два десятилетия изучение бактериозов растений достигло в нашей стране значительных успехов. Однако до сих пор у нас почти не было сводных работ, в которых были бы освещены как общие вопросы учения о бактериозах (географическое распространение, диагностика, явление бактериофагии и т. д.), так и отдельные заболевания.

В книге М. В. Горленко нашло отражение все новое, полученное за последние годы многочисленными исследователями в Советском Союзе, и в этом — одно из главных достоинств этого труда.

Книга состоит из двух частей. В первой части дается описание общих сведений о бактериальных заболеваниях растений.

В первой главе автор в сжатой форме приводит краткие исторические сведения о развитии наших знаний о бактериозах растений и подчеркивает ту выдающуюся роль, которую сыграла отечественная наука в этой области. С удовлетворением мы узнаем о том большом вкладе в данную отрасль науки, который связан с именами М. С. Воронина, А. А. Ячевского, А. А. Потехина, И. Л. Сербикова. В Советском Союзе ведется большая исследовательская работа по изучению общих вопросов учения о бактериозах и отдельных бактериальных заболеваниях.

Во второй главе дана крат-

кая характеристика фитопатогенных бактерий, их морфологических, культурных, биохимических свойств (более подробно эти вопросы рассматриваются в девятой главе, затрагивающей вопросы диагностики заболеваний и методов исследования).

Автора, пожалуй, можно упрекнуть в слишком большой сжатости материала: по нашему мнению, следовало более подробно рассказать о методах исследования свойств фитопатогенных бактерий, не отсылая читателя к другим источникам. Это тем более важно, что книгой будут пользоваться не только студенты, но и практики — фитопатологи на местах.

Автор подробно останавливается на систематике фитопатогенных бактерий и подвергает критике ряд искусственных систем. С другой стороны, подчеркивается тот факт, что из-за слабой изученности филогенетических связей в группе фитопатогенных бактерий естественная система в настоящее время не может быть создана. Вполне справедливо проф. М. В. Горленко считает, что наиболее близкой к естественной должна быть признана система, предложенная членом-корреспондентом АН СССР Н. А. Красильниковым. Следует отметить как положительный факт наличие в данной главе ключа для определения возбудителей бактериозов, описанных в специальной части книги.

Глава третья посвящена описанию различных типов внешних симптомов бактериальных заболеваний, которые встречаются в природе. К сожалению, очень мало сказано о патологической физиологии растений (это отме-

чает и сам автор), что отражает недостаточную изученность этих вопросов в учении о бактериозах. Этот факт необходимо подчеркнуть, учитывая то, что с ним тесно связано изучение проблемы устойчивости (иммунитета) растений к ряду заболеваний, имеющих большое практическое значение.

Особенно интересна глава четвертая, в которой рассматриваются взаимоотношения фитопатогенных бактерий с растениями-хозяевами.

Автор подчеркивает широкий диапазон биологической приспособленности различных бактерий к паразитированию на растениях в зависимости от условий существования. Показано, как обычные сапрофитные формы в процессе приспособления могут превращаться в паразитные.

К таким формам относятся *Bacillus mesentericus vulgatus*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. heterocentrum*, которые могут вызвать заболевания лишь при вполне определенных условиях внешней среды.

Далее на многочисленных примерах прослежены пути возникновения в процессе эволюции узкоспециализированных видов фитопатогенных бактерий (например, *P. malvacearum*, поражающей некоторые виды хлопчатника, *P. lachrymans*, паразитирующей лишь на огурцах и т. д.).

Подробно с эволюционной точки зрения рассматривается вопрос о происхождении различных групп фитопатогенных бактерий. На основании анализа исследований белых и флюоресцирующих фитопатогенных бактерий (многие из указанных работ выполнены под руководством автора книги

его сотрудниками и учениками) М. В. Горленко приходит к вполне обоснованному выводу, что эта группа бактерий возникла путем приспособления обычных почвенных сапрофитов к жизни на растениях. Автор подробно рассматривает эволюцию паразитизма у рассматриваемой группы микроорганизмов, считая родоначальником этих бактерий *P. fluorescens* и *B. mesentericus*.

Касаясь происхождения желтопигментных фитопатогенных видов, автор книги на основании оригинальных исследований Ф. В. Хетагуровой считает, что они происходят от эпифитных микроорганизмов типа *P. herbicola*.

Находясь постоянно на поверхности зеленых растений, отдельные формы бактерий выработали способность питаться за счет растительных тканей, т. е. произошел их переход от сапрофитического питания к паразитическому образу жизни.

Пятая глава посвящена иммунитету сельскохозяйственных растений к заболеваниям. Автор правильно трактует явление иммунитета как свойство, возникшее в результате взаимной эволюции паразитов и растений-хозяев и способное изменяться под влиянием условий внешней среды. Вполне справедливо подчеркивается слабая изученность явления иммунитета растений к фитопатогенным бактериям.

Взаимоотношения фитопатогенных бактерий в природе и возможные источники заражения растений бактериозами — таково содержание шестой и седьмой глав книги.

Приведены многочисленные примеры, которые показывают, как изменение различных

факторов внешней среды (абиотических, биотических) приводит в одних случаях к возникновению вспышек бактериоза (эпифитотий), в других — тормозит развитие бактериальных заболеваний.

Рассматривая вопрос о выживаемости фитопатогенных бактерий в почве, автор на основании многочисленных исследований констатирует, что подавляющее большинство фитопатогенных бактерий в почве быстро погибает.

Рассматривая характер и географическое распространение бактериозов в Советском Союзе, автор в восьмой главе дает краткий анализ возможных путей формирования патогенной для растений микрофлоры. М. В. Горленко отмечает, что в ее состав входят, с одной стороны, формы, встречающиеся по всему земному шару, а с другой — завозные формы, попавшие в нашу страну с посадочным или посевным материалом.

Часть видов представляет собой местные формы, отмеченные лишь в Советском Союзе. Автор подчеркивает, что состав патогенной микрофлоры может меняться не только за счет ввоза новых видов из-за границы, но и путем перехода паразитов на культурные растения с дикорастущих, а также — возникновения новых паразитных форм из сапрофитных организмов.

Наконец, в главе десятой читатель знакомится с основными принципами организации борьбы с бактериозами растений. Автор указывает на разнообразие приемов и методов, которые должны применяться в борьбе с тем или иным бактериозом. Успешная борьба с болезнью должна основываться на знании биологических особенностей развития воз-

будителя и изучении динамики развития болезней в природе.

В заключение автор останавливается на ряде химических, физических, биологических и агротехнических приемов, которые могут применяться в борьбе с бактериозами.

Во второй части книги (одиннадцатая — шестнадцатая главы) дается описание около сорока бактериальных заболеваний, встречающихся в Советском Союзе и за его пределами, их симптомы, вредоносность, динамика развития и рекомендуемые меры борьбы с ними.

В специальной части рассматриваются главные бактериозы картофеля, сахарной свеклы, пшеницы, овса, хлопка, цитрусовых, чая.

Некоторые болезни были изучены в СССР в последние годы и представляют большой интерес для сельскохозяйственного производства. К ним относятся такие заболевания, как бактериальный рак чайных кустов, армянский бактериоз абрикосов, токсический бактериоз арбузов.

При описании заболеваний автор книги пользуется оригинальными работами (они указываются в книге), проведенными за последние годы в Советском Союзе.

Книга проф. М. В. Горленко иллюстрирована оригинальными рисунками. Она знакомит нас с очень интересной областью знаний о бактериальных болезнях растений и служит ценным руководством для изучающих этот предмет.

Ее с интересом прочтет каждый, кто интересуется проблемой борьбы с болезнями культурных и полезных для человека растений.

Ю. И. Шнейдер
Кандидат биологических наук

ТЩЕТНЫЕ УСИЛИЯ НЕОМЕХАНИСТА

В. Росс Эшби
ПРОЕКТ МОЗГА
Лондон, 1952

W. Ross Ashby
DESIGN FOR A BRAIN
London, 1952

Книга научного руководителя психиатрической клиники в Глостере (Англия) доктора Росса Эшби восторженно встречена приверженцами кибернетики и широко популяризируется, особенно в США, как новое экспериментальное и теоретическое обоснование этой модной лженауки. Реакционный американский физиолог Уорен Мак-Келлох на страницах журнала «Scientific American» договорился даже до сравнения Эшби... с Галилеем.

Что же на деле представляет собой работа Эшби и какова ее действительная научная значимость?

Согласно характеристике Мак-Келлоха, Эшби «заложил основы механистической теории приспособления биологических систем»¹. Концепция доктора Эшби действительно является открыто и последовательно механистической. Он отстаивает механистическое понимание жизни, жизнедеятельности и поведения как низших, так и высших организмов, не останавливаясь перед высшей нервной деятельностью человека. Весь многообразный комплекс биологических, физиологических и психологических проблем Эшби рассматривает на основе механистической теории, сводящей высшие формы движения к низшим и целое к его составным частям.

«Мы с самого начала постулируем, что живой организм по своей природе и проявлениям существенно не отличается от остальной материи. Истинность этого

постулата не будет предметом обсуждения», — таково, принимаемое как самоочевидное, основное положение всего теоретического построения Эшби. «Организм, — утверждает он, — является механистическим в своих действиях, он состоит из частей и поведение целого составляет результат совместного действия его частей». Между тем, все развитие науки о жизни за последнее столетие — это история опровержения теории механистического тождества, отвергающей качественное многообразие различных форм материи и движения. Росс Эшби взял на себя нелегкую задачу — реабилитировать и восстановить в правах механистическую теорию жизни, господствовавшую в естествознании XVII—XVIII вв. Разумеется, восстанавливая старые идеи, он прибегает при этом к новым приемам и новым аргументам, основанным на фальсификации выводов из научных открытий и технических изобретений наших дней.

В третьей главе своей книги, носящей традиционное механистическое название «Животное как машина», Эшби, как и в остальных главах, ставит задачу растворить специфические, качественно-своеобразные формы и функции жизнедеятельности в бескачественных механистических схемах «систем равновесия» и «временных величин». Все закономерности жизни вообще и высшей нервной деятельности в частности он сводит к механическим системам различной степени «устойчивого равновесия».

Качественное своеобразие закономерностей существования и развития организмов Эшби растворяет в механических схемах, сводя эти специфические закономерности к различным степеням

«стабильности». Ставя в центре биологического исследования не развитие организмов, а их стабильность, Эшби трактует относительную устойчивость организмов на основе аналогии с механизмом «обратной связи», широко применяемым в современной радио- и электротехнической аппаратуре.

Стерев таким образом качественную грань между организмом и механизмом, между животными и машиной, Эшби устремляет далее качественные градации между различными формами существования живой материи, сводя их к различным степеням устойчивого равновесия. От простой стабильности, присущей всем организмам, он отличает ультрастабильность и ее высшую ступень — мультистабильность. Организмы, обладающие нервной системой, по мнению Эшби, являются не чем иным, как ультрастабильными системами. Никакими качественными отличиями от неорганических форм движения не обладают и эти системы. Для доказательства этого механистического положения Эшби сконструировал специальный электромагнитный аппарат, названный им гомеостатом, устройство которого подробно описывается в рассматриваемой книге. Эшби воображает, что сооруженная им нехитрая машина воссоздает мозг, на деле же она является игрушкой, механистически имитирующей простейшие реакции, выполняемые на основе принципов, коренным образом отличных от биологических. И, наконец, наиболее квалифицированные функции высшей нервной деятельности Эшби сводит к механизму мультистабильных систем, воспроизведению которых механическими средствами он предполагает посвя-

¹ «Scientific American», 1953, № 5.

тить свою дальнейшую деятельность.

Стремление свести сущность и законы жизни к той или иной системе равновесия методологически порочно именно вследствие того, что отношение равновесия, как и все механические определения, охватывают как живую, так и неживую природу. Понятие равновесия, как отметил И. П. Павлов, применимо к самым сложным явлениям, в том числе и к животному организму, как и к простому камню. Но именно вследствие этой всеобщности равновесие и не может служить ключом к пониманию качественного своеобразия жизненных явлений и их движущих сил. Для этого нужно уяснить особые свойства живой материи, присущие только ей и обуславливающие специфичность ее движения и развития.

Со всей очевидностью порочность механистического подхода обнаруживается в постановке Эшби проблемы организма и среды. Если вся природа рассматривается как универсальная система равновесия, а организм — как механическая система среди механических систем, — грани между организмом и средой стираются. Единство организма со средой трактуется Эшби как чисто механическая проблема.

«Поскольку организм и его среду, — утверждает Эшби, — следует рассматривать как единую систему, — разграничительная линия между «организмом» и «средой» становится отчасти чисто-логической (conceptual), и как таковая — произвольной». Язык животного и кусок хлеба, находящийся у него во рту, в равной мере являются, по словам Эшби, «средой» по отношению к нервной системе данного животного. Более того, одну группу нейронов в коре головного мозга он рассматривает как внешнюю среду по отношению к другим группам нейронов

того же мозга. Словом, последовательно проведенная механистическая теория неизбежно приводит не только к стиранию качественного разграничения между организмом и средой и к бескачественности понятия среды (неорганической, органической, социальной), но и к ликвидации самого понятия организма как единого целого и даже мозга как единого целого. В топорно-механистических рассуждениях Эшби об организме и среде с предельной наглядностью выступает коренная противоположность его методологии основной линии научного прогресса в области биологии и физиологии. Ибо главное завоевание современной научной мысли в этих областях знания заключается в понимании всякого организма, а тем более организма, функционирующего на основе высшей нервной деятельности, как единого нераздельного целого, в котором отдельные элементы и функции могут быть поняты только через познание закономерностей организма и его нервной системы в целом.

Все отличие связи организма со средой от других форм равновесия Эшби усматривает в том, что она является «обратной связью», т. е. взаимодействием: «организм воздействует на среду, а среда воздействует на организм». Механическим прообразом этой связи служит для Эшби термостат и аналогичные авторегулируемые приборы. Научная ценность этой теории «обратной связи» для объяснения законов взаимодействия организма и среды равна нулю. Взаимодействие — всеобщая форма существования в природе, присущая всем связям и отношениям между вещами: неорганическим также как и органическим, и уже по одному этому не может объяснить особых биологических процессов. Далее, никакая механическая модель, аналогичная

процессам, основанным на высших формах движения, не в состоянии дать научного объяснения, т. е. понимания материальных основ, реальных движущих сил этих процессов. Термостат или радиоприемник действуют как механизмы «обратной связи» потому, что они преднамеренно сконструированы для такого действия человеком на основе электро- и радиомеханических закономерностей; но аналогия с этим механизмом «обратной связи» ни на шаг не продвигает нас к пониманию того, почему, в результате действия каких сил и на основе каких законов живет и развивается организм. Более того, механицизм уводит науку от решения ее проблем, сбивает ее с пути, подменяя подлинное познание бесплодными и вредными псевдонаучными аналогиями.

Центральная идея всей работы Эшби — отождествление жизни, включая ее наивысшие проявления, связанные с деятельностью мозга, с гомеостатическим механизмом. Под гомеостазом (homeostasis) разумеется способность организма на определенных границах сопротивляться изменениям, вызываемым воздействием внешней среды. Для Эшби гомеостаз есть сущность и основа жизни, поведения, высшей нервной деятельности. Сконструировать гомеостатический прибор («гомеостат») — равносильно для него созданию искусственного живого существа.

Понятие гомеостаза ввел, как известно, в физиологическую науку выдающийся американский ученый Уолтер Кеннон, умерший в 1945 г. Хотя и Кеннон не был свободен от механицизма, однако его механицизм подобен поверхностной оболочке, натянутой на произведенные им положительные экспериментальные исследования. В механицизме Кеннона проявляется философская и социоло-

гическая беспомощность добро-совестного буржуазного ученого, когда он выходит за стены своей лаборатории. Механистическая оболочка легко снимается с физиологических открытий Кеннона, и тогда они выступают в своем действительном научном значении. Иное дело Эшби. Его рассуждения не представляют научной ценности и по самому существу своему механистичны. Если удалить из его книги механицизм, в ней ровно ничего не останется. Эшби вульгаризировал и извратил в угоду своей ложной теории учение Кеннона о гомеостазе.

Кеннон ввел понятие гомеостаза специально для обозначения физиологических процессов, присущих только живым существам¹. При этом он различает два типа гомеостатических регуляций: гомеостаз *in vivo* (например, термическая устойчивость) и гомеостаз *in vitro*. В изучении последнего Кеннон дал наиболее ценные научные результаты, основательно изучив процессы сохранения, устойчивости воды, соли, сахара и других веществ в крови. Из поля зрения Эшби полностью выпадает гомеостаз материалов. Гомеостаз исчерпывается у него процессами. Наконец, Кеннон понимает гомеостаз как развивающийся, исторический процесс. Он изучает созревание и развитие гомеостатических механизмов в индивидуальном и видовом развитии организмов. Он специально подчеркивает, что «гомеостаз является продуктом эволюционного процесса; лишь постепенно в процессе эволюции была достигнута стабильность организма»². В мертворожденной механистической схеме Эшби гомеостаз теряет свою эволюционность,

историчность. Разве не ясно, что способность к восстановлению стабильности магнитного отклонения, свойственная гомеостату Эшби, качественно отлична от биологических процессов гомеостаза, включающих комплекс обмена веществ и предполагающих онто-и филогенетическое развитие?

Но гомеостаз, даже при правильном его понимании, а не в том выхолощенном, обескровленном виде, каким изображает его Эшби, отнюдь не является признаком, исчерпывающим понятие жизнедеятельности, а лишь одним из ряда признаков, совокупность которых дает определение жизни.

Известный французский генетик Люсьен Кено в своем определении жизни (очень близком к определению Энгельса, данному на 70 лет ранее), рассматривает гомеостаз лишь как один из шести основных признаков организма, наряду с определенностью формы и величины, способностью ассимиляции, свойством раздражимости, воспроизводством, старением и смертью¹. Из всех этих признаков, совокупность которых характеризует живые существа, Эшби оставляет один только гомеостаз, вернее, одну лишь его разновидность — гомеостаз процессов. Не удивительно, что после этой операции ему удастся имитировать свою мертвую «жизнь» при помощи электромагнитной батареи «гомеостата».

Эшби целиком сводит биологию к физическим явлениям. Даже биохимия полностью устраняется из его понимания жизненных процессов. Но давно и непоколебимо установлено, что хотя организменная жизнь невозможна без механических, молекулярных, химических, термических, электрических и т. д. изменений, но «наличие этих побочных форм не

исчерпывает существа главной формы...»¹. Полная несостоятельность работы Эшби — неизбежный результат того, что он игнорирует этот основной принцип. Тем самым он с самого начала закрывает путь к пониманию законов науки о жизни.

Если механицизм представляет собой методологический корень заблуждений доктора Эшби, то теоретической основой этих заблуждений является непонимание им всего научного значения первого основоположения биологии, что жизнь есть форма существования белковых тел. Во всей системе Эшби нет места для живой материи. Более того, он прямо противопоставляет свое механистическое, «чисто функциональное», понимание жизненных процессов «материальному» их пониманию. Разумеется, при всей своей механистической слепоте, Эшби не может не видеть коренного отличия живого от неживого. Он даже острит по этому поводу, говоря, что «различие между живой и мертвой лошастью достаточно очевидно — у них совершенно различная цена на рынке». Но острота эта обращается против него самого, так как никакого существенного, качественного различия между живым и неживым его теория не дает кроме... различия в рыночной цене.

«Чисто функциональный» подход к пониманию жизни, противопоставленный «материальному» подходу, сводит все различия между живым и неживым к количественным определениям, к градациям стабильности. «Переменные величины» заменяют у Эшби материальные основы жизненных явлений.

Мы уже отмечали, что Росс Эшби не останавливается перед высшими формами жизнедеятельности. Напротив, он считает свои

¹ См. *W. Cannon. The Wisdom of the Body, 1939, p. 24.*
² Там же, стр. 301.

¹ См. *L. Cuénot, A. Tétuy. L'évolution biologique, les faits, les incertitudes, Paris, 1951, p. 3.*

¹ *К. Маркс и Ф. Энгельс Соч., т. XIV, стр. 408.*

механистические схемы целиком и полностью действительными по отношению к деятельности мозга. Для него мозг — это не более как «сложная сеть гомеостатических механизмов»¹, «мультистабильная система». По поводу своих конструкций электромагнитных приборов он претенциозно заявляет: «моя цель — просто копировать живой мозг». Но эта претензия построить «искусственный мозг» механическими средствами из неживой материи имеет также мало общего с реальными научными перспективами, как мало их имели попытки алхимиков создать в ретортах «гомункулуса» или трагический опыт Виктора Франкенштейна, изображенный в известном фантастическом романе Мэри Шелли «Франкенштейн, или современный Прометей».

Мы не говорим уже о том, что Эшби с самого начала совершенно исключает важнейшее свойство мозга — сознание. Между тем, сознание совершенно реально и неоспоримо существует как специфическое свойство наиболее высоко организованной живой материи, как особое свойство внутреннего отражения. И никакие «чисто функциональные» ухищрения не могут отменить непреложный факт существования мыслящей материи.

Книга доктора Эшби — одно из звеньев в процессе реставрации механицизма в современной буржуазной науке. Неомеханицизм восстанавливает давно отброшенные в ходе исторического развития науки методы и представления, используя новейшие достижения технической мысли и в первую очередь успехи электро-

ники. Неомеханисты, и Эшби в их числе, пытаются возродить механицизм на том основании, что современные технические открытия и изобретения значительно расширили сферу механики и создали возможность конструирования машин нового типа, неведомых и недоступных механистам прошлого. Крах старого механицизма не был, по мнению неомеханистов, результатом несостоятельности их научной методологии, а был следствием того, что они оперировали лишь примитивными механическими представлениями, не были знакомы с механизмом «обратной связи», с автоматическими приборами. Новые машины, расширив границы техники, открыли, по мнению Эшби, новые перспективы для механицизма.

Но все попытки реставрации механицизма на основе успехов электроники и автоматизации покоятся на ложных посылах. Они игнорируют то решающее обстоятельство, что принципы, объясняющие деятельность даже самой сложной, технически совершенной машины, не в состоянии объяснить даже простейшие процессы, совершающиеся в самом примитивном комочке протоплазмы или в нервной клетке. За машиной стоит ее конструктор, человек, познавший физические законы и целенаправленно применяющий эти законы в своей конструкции, в то время как даже наиболее элементарные свойства живого вещества требуют познания иных, стихийных законов, на основе которых происходит естественное развитие организмов. Механисты игнорируют тот основной факт, что электронные машины и организмы сделаны из различных «строительных материалов», и в этом именно ключ к пониманию качественного раз-

личия их закономерностей. «Жизнь, форма существования белкового тела, заключается... прежде всего в том, что оно (живое тело. — Б. Б.) в каждое мгновение является и самим собою, и в то же время другим. Правда, и всякое другое тело, в котором совершается процесс, в большей или меньшей степени обладает вышеуказанным свойством, но другие процессы являются процессами низшего рода, и тела *подвергаются* им, а жизнь есть самопроизвольно совершающийся процесс, присущий, врожденный своему носителю — белку» и (К. Маркс, Ф. Энгельс. Соч., т. XIV, стр. 363).

Наконец, возникновение и развитие машин обусловлено развитием производства, научно-технической мысли и, в конечном счете, определяется законами развития человеческого общества, тогда как возникновение и развитие организмов, составляющие предмет изучения биологической науки, определяется законами природы, независимыми от законов общественного развития. Одного этого сопоставления достаточно для уяснения всей нелепости механистического смешения двух несоизмеримых сфер бытия.

Плодотворный путь передовой науки о жизни — это не путь алхимиков, франкенштейнов и кибернетиков, а сложный, тернистый, но единственно правильный путь синтеза протеинов, путь преобразования видов, путь изучения высшей нервной деятельности во всем ее качественном своеобразии и во всех ее реальных жизненных связях и зависимостях. Это — путь А. Я. Данилевского, И. В. Мичурина, И. П. Павлова и их продолжателей. Это — путь диалектического материализма.

Профессор Б. Э. Быховский

¹ W. R. Ashby. Les mécanismes cérébraux (в сб. «Perspectives cybernetiques»), Paris, 1951.

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

СОДЕРЖАНИЕ РЫБ В ЛЮБИТЕЛЬСКОМ АКВАРИУМЕ

Читатель Н. Лисачев (г. Краматорск, УССР) просит рассказать о содержании рыб в любительских аквариумах и об уходе за ними.

Ниже публикуем сообщение на эту тему Т. Л. Муромцевой и В. Е. Флинта.

Содержание рыбок в аквариуме и наблюдение за ними — полезное и увлекательное занятие, требующее, однако, известных навыков.

Размер аквариума может быть любым, но он должен соответствовать числу и размерам содержащихся в нем рыб. При заселении аквариума необходимо исходить из следующего расчета: на рыбку средней величины требуется 2 л воды. Мелкие рыбки (гуппи, кардиналы, тетра-фон-рио) хорошо уживаются и в меньшем количестве воды. Совершенно не обязательна специальная посуда. Для аквариума годится любая стеклянная банка, в частности, очень удобны аккумуляторные банки.

Дно аквариума покрывается (примерно на 5 см) очень тщательно промытым речным песком. Под песок рекомендуется помещать слой сухого измельченного торфа или садовой земли. В целях облегчения чистки грунт в аквариуме лучше помещать наклонно. Что-

бы создать более благоприятные условия для рыб, аквариум засаживают различными водными растениями. Кроме того, наличие растений в аквариуме избавляет от необходимости частой смены воды. Аквариум можно засаживать отечественными и экзотическими растениями. Из отечественных растений можно рекомендовать в первую очередь валлиснерию, роголистник, перистолистник, водяной мох фантиналис и различные виды элодеи. Из экзотических растений заслуживают внимания людвигия, криптокарина, апоногетон, кабомба и риччия. Последняя используется некоторыми рыбами как материал для постройки гнезда. Высаживать растения лучше всего прямо в грунт, чтобы не препятствовать их естественному разрастанию. Аквариум лучше всего закрывать сверху стеклом. Это предохраняет воду от загрязнения и испарения и в то же время не дает рыбкам выпрыгнуть из аквариума.

Необходимым условием успешного содержания и разведения рыб является правильный уход.

Поддержание постоянной температуры воды необходимо всем рыбам, особенно тепловодным. Последние нуждаются в температуре выше комнатной (18—22°). Подогрев осуществляется при по-

мощи электрических ламп с рефлектором, прикрепленным на стенке аквариума снаружи. Можно опустить лампу прямо в воду. В этом случае лампа вместе с прилегающей частью провода тщательно изолируется и закоривается.

Во время размножения рыб температуру в аквариуме нужно повышать до 25—28°.

Следует избегать резких колебаний температуры, которые губительно отражаются на рыбках. Поэтому при пересадке рыб из одного аквариума в другой и при смене воды необходимо предварительно уравнивать температуры с точностью до 1°.

В аквариуме, правильно засаженном растениями и не перенаселенном, воду можно долго не менять, иногда до 1 года. Обычную смену воды лучше производить не полностью, а на 1/2 или даже на 1/3. В случае загнивания воду нужно сменить целиком, удалив предварительно из аквариума рыбок. Пузырьки воздуха, содержащиеся в водопроводной воде, вредно действуют на рыбок, поэтому вода перед доливкой должна отстояться.

На необходимость смены воды указывает настойчивое пребывание рыб у поверхности. Очень хорошо, если возможно, оборудовать продувание аквариума воз-

духом. При отсутствии специального насоса можно обойтись простым пульверизатором с распылителем.

Лучшим кормом для всех аквариумных рыб является «мотыль» (личинки комара толкунчика), который легко добывать самому, промывая на мелком сите озерный и прудовый ил. Хранить «мотыль» лучше всего в холодном месте, завернутым во влажную тряпочку, или в проточной воде.

Для мелких рыбок и мальков мотыль нужно измельчить ножницами или бритвой до кашеобразного состояния и кормить рыбок порциями до тех пор, пока они не перестанут брать корм. Вообще каждая порция корма должна строго соответствовать потребности рыб в пище. Излишек корма засоряет аквариум и вызывает загнивание воды. Корм должен быть всегда свежим.

Кроме мотыля, можно кормить рыбок живыми или сухими дафниями, циклопами, разрезанными дождевыми червями, мясным фаршем, крошками белого хлеба. Кормить рыб рекомендуется один раз в сутки, лучше в определенные часы. Особенно тщательно нужно кормить рыбок перед нерестом. Кроме усиленного кормления и повышения температуры воды, перед нерестом лучше отсадить производителей в отдельный аквариум, больших размеров и обильно засаженный растениями.

Аквариумные рыбки подвержены различным заболеваниям. Универсальным средством лечения почти всех болезней рыб являются солевые ванны (1 столовая ложка на 1 л воды), продолжительность 15—20 минут. Их следует повторять раз в сутки до

полного излечения. Заболевания рыбок, связанные с резким понижением температуры, хорошо излечиваются перенесением их в более теплую воду. Заболевших рыбок следует изолировать, а иногда и уничтожать во избежание распространения инфекции.

Для содержания в аквариуме пригодны многие наши отечественные и экзотические рыбы. Из отечественных рыбок у любителей встречаются: карась, вьюн, верхоплавка, колюшка. Они холодноводны и чувствительны к содержанию кислорода.

Чаще всего в любительских аквариумах содержатся экзотические рыбы. Из них наибольшее распространение имеют рыбы из семейства карповых: золотая рыбка, вуалехвост, шубункин, телескоп. Рыбки эти неприхотливы в отношении корма, не требуют подогрева воды (прекрасно живут при 12—18°). Однако, как и наши отечественные рыбы, они достигают больших размеров, быстро загрязняют воду и требуют частой смены воды или ее продувания.

Наибольшей популярностью у любителей пользуются различные живородящие рыбки: меченосцы, гуппи, пецилии, моллинезии, гирардинусы. Яркость окраски, небольшие размеры и живорождение делают их очень интересными для содержания. Большинство видов живородящих рыбок легко образует между собой помеси, часто по размерам и окраске резко отличающиеся от исходных форм и очень красивые. Они прекрасно уживаются в общих аквариумах с другими рыбками. Однако живородящие рыбки очень чувствительны к из-

менениям температуры и подвержены различным заболеваниям.

Очень интересны наблюдения в аквариумах за рыбами, которые заботятся о потомстве. Забота о потомстве ярко выражена у лабиринтовых рыбок (петушок, макропод, гурами, лялиус). Самцы этих пород строят гнездо из пены на поверхности воды и охраняют икру. В силу способности дышать и растворенным и атмосферным воздухом они не так требовательны к кислороду и легче других переносят загрязнение воды. Очень красивы и интересны рыбки из семейства цихлид (акара, хемихромис, херос и др.). Они не только охраняют икру, но и заботятся о мальках. Однако рыбки эти очень драчливы и их нельзя держать в общем аквариуме. Аквариум с цихлидами не стоит засаживать растениями, так как они их вырывают и портят.

Для небольших настольных аквариумов очень хороши барбусы, тернеции, данео, кардиналы, тетра-фон-рио. Эти мелкие рыбки очень красивы, подвижны и легко уживаются друг с другом. Приведенный перечень рыбок далеко не полон. Существует множество других интересных декоративных пород рыб.

Из имеющейся довольно обширной литературы наиболее полны и доступны следующие книги: 1. *Н. Ф. Золотницкий*. «Аквариум любителя», в 2-х томах; 2. *А. В. Молчанов*. Серия «Аквариум любителя», в 8-и выпусках, изд. Московского зоопарка; 3. Иллюстрированный справочник-каталог зоолюбителя, составленный *Б. В. Селивачевым*, Москва, 1930. 4. *С. В. Герд*. Аквариум в школе, 1953.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, В-17, Пятницкая, 48, тел. В 1-54-61

Подписано к печати 9/VI 1954 г.

T-04044.

Формат 82×108^{1/16}.

Печ. л. 13,52+2 вклейки

Уч.-изд. л. 13. Бум. л. 4. Тираж 40500 экз. Заказ № 260

