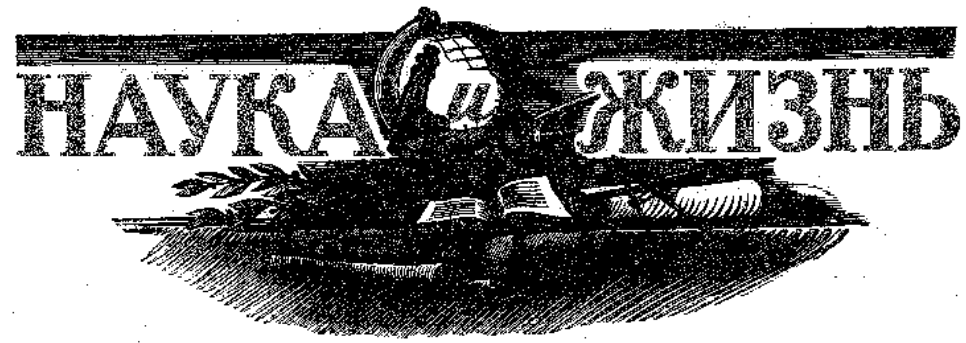


Цена 3 руб.

1448



6

1943

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

№ 1

СОДЕРЖАНИЕ



	Стр.
ПРЕДСТАВИТЕЛИ ПЕРЕДОВОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ В СССР	1
Т. Тэсс. Академик СПЕРАНСКИЙ	3
Академик В. Л. Комаров — К. А. ТИМИРЯЗЕВ	5
Профессор А. К. Тимирязев. ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ К. А. ТИМИРЯЗЕВА	8
ГЛАВА ИЗ КНИГИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА «ЖИЗНЬ РАСТЕНИЙ»	15
Профессор М. А. Шлезингер-Константинова. АССИМИЛЯЦИЯ УГЛЕ- РОДА РАСТЕНИЯМИ	24
Доктор биологических наук В. А. Дорфман. ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ РАЗ- ВИТИЯ ОРГАНИЗМА	30
Н. В. Гармонос. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ	38
Б. А. Петрушевский. ГЛУБОКОЕ БУРЕНИЕ В КАРАКУМСКОЙ ПУСТЫНЕ	41

В ПОМОЩЬ ОГОРОДНИКУ И САДОВОДУ

М. М. Нечаев. ВЕСЕННИЕ И ЛЕТНИЕ РАБОТЫ В САДУ	42
---	----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

СТРАНЫ МИРА — М. Нечаев	47
РУССКИЕ ОТКРЫТИЯ В ТИХОМ ОКЕАНЕ И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ В XVIII И XIX ВЕКАХ — А. Грумм-Гржимайло	48



Адрес редакции.

Москва, Спасоглинищевский, дом № 8

Ответственный редактор профессор Ф. Н. ПЕТРОВ

Заместитель ответственного редактора Л. А. Тумерман

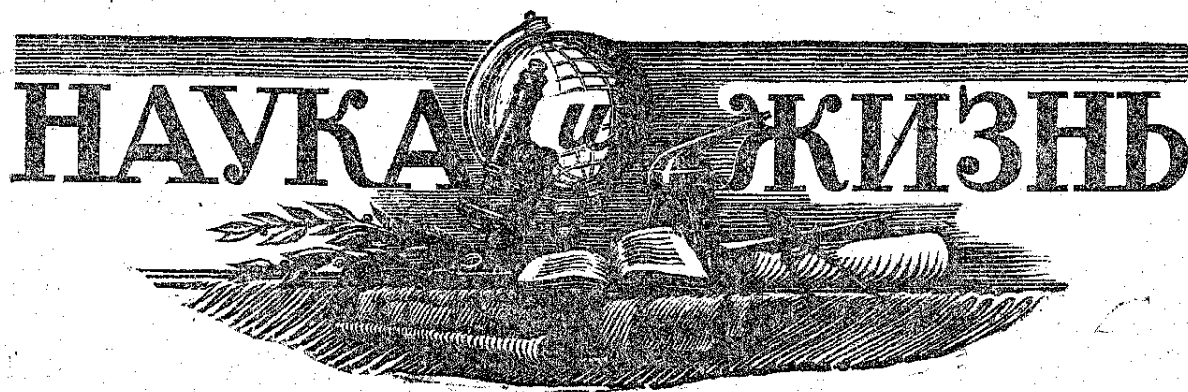
Подписано к печати 23 июня 1943 г.
Тираж 35000 экз.

Л28390

Объем 6 печ. л.
Заказ 350

Учетно-изд. л. 10,5
Цена 3 руб.

18-я типография треста «Полиграфкнига», Москва, Шубинский пер., 10.



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

6

1943

ПРЕДСТАВИТЕЛИ ПЕРЕДОВОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ в СССР

Ежегодные Сталинские премии установлены за наиболее выдающиеся работы в области науки, техники, художественного творчества за последний год.

Свыше 500 советских ученых, изобретателей и сотни писателей, артистов, художников, композиторов и музыкантов были удостоены в 1942 г. Сталинских премий. Такое премирование не имеет прецедентов во всей мировой истории науки, техники и искусства. Особенно значительно это событие в условиях той международной обстановки, в которой находится сейчас СССР и весь мир. Варварские разрушения гнусными ордами фашизма культурных ценностей во всей Европе и в оккупированных областях СССР, уничтожение подлинной науки и искусства гитлеризмом в собственной стране и попытки подчинить свободную передовую научную мысль изуверским расовым «теориям» фашизма, преследующим цели рабства и ограбления всех народов, — вот «новый порядок», принятый нынешней Германией человечеству.

В такое время присуждение Сталинских премий деятелям искусства, науки, техники, изобретателям звучит как боевой призыв ко всем свободолюбивым народам решительно бороться

за свободную человеческую мысль, за передовую человеческую культуру. Высоко оценивая труд творческого работника, Советское государство поднимает значение науки и искусства, особенно подчеркивая их роль в дни Отечественной войны с германским фашизмом.

Сталинские премии являются могучим стимулом для соревнования между людьми творческого труда. В то же время они показывают, на каких участках советской культуры идет напряженная, плодотворная работа и какие отстают.

Сталинские премии выдвигают лучших, наиболее энергичных, наиболее даровитых деятелей культуры и заставляют всех равняться на них.

В то же время самое рассмотрение Сталинских премий показывает, что ценно для страны и куда должна быть направлена творческая мысль как в условиях мирного времени, так особенно в момент решающих боев за уничтожение разбойничьего фашизма.

В числе лауреатов Сталинских премий имеются старые, маститые ученые, изобретатели, мастера искусства, накопившие огромный опыт и научное богатство, известные далеко за рубежом нашей страны; но рядом с ними выступают молодые деятели науки и искусства, развернувшие свои творческие силы впервые только при советской власти.

Тематика научных работ, за которые присуждены Сталинские премии, чрезвычайно разнообразна; в то же время она глубоко связана теоретически и практически с задачами народнохозяйственного плана и целями разгрома немецких орд, вторгшихся в нашу великую, свободную страну.

По основным научным дисциплинам число премий на 1942 г. распределяется следующим образом:

1. Физико-математические науки: первой степени (200 тыс. руб.) 2 премии.

2. Технические науки: первой степени 2 премии, второй — 3 премии.

3. Химические науки: первой степени 1 премия, второй — 3 премии.

4. Геолого-географические науки: первой степени 2 премии, второй — 2 премии.

5. Биологические науки: первой степени 2 премии, второй — 2 премии.

6. Сельскохозяйственные науки: первой степени 1 премия, второй — 1 премия.

7. Медицинские науки: первой степени 1 премия, второй — 3 премии.

8. Военные науки: второй степени 2 премии.

9. Историко-филологические науки: первой степени 2 премии, второй — 2 премии.

10. Философские науки: первой степени 1 премия.

11. За многолетние выдающиеся работы в области науки и техники: первой степени 12 премий, второй — 35 премий.

Среди блестящей плеяды творцов советской науки почетное место занимают действительные члены Академии Наук СССР.

Академик А. А. Байков о своих работах пишет:

«Мои научные работы проходили в области прикладной химии и металлургии; цель их была изучить сущность процессов, совершающихся в промышленных установках, расчленив их на отдельные явления и на основании точных законов в физической химии установить между ними связь». За свои работы в области теории металлургических процессов, изучения новых промышленных ресурсов Урала и другие работы академик А. А. Байков удостоен Сталинской премии первой степени.

Академик Капица добился новых, далеко идущих успехов в области открытия и исследования сверхтекучести жидкого гелия. Последствия этого открытия привели к новым методам получения низких температур, близких к абсолютному нулю.

Академик Вавилов разработал ряд новых теорий в области физической оптики.

Первую премию получил член-корреспондент Академии Наук СССР П. С. Александров за выдающуюся работу в области математических наук.

Большой интерес представляют работы В. А. Энгельгардта и М. П. Любимовой — учеников старейшего советского биохимика А. Н. Баха, установивших взаимные связи между химизмом и деятельностью мышц.

Особенно велико значение работ по увеличению урожайности и продовольственных ресурсов страны.

В этой области отмечены Сталинской премией работы академиков Т. Д. Лысенко и Н. В. Цицина, представляющие собой крупный вклад в эту народнохозяйственную проблему.

Отмечены Сталинской премией Александров Г. Ф., Ярославский Е. М., Минц И. И. и другие за работу над II томом «Истории гражданской войны

в СССР, академик Е. В. Тарле за ценнейший исторический труд «Крымская война».

Удостоены Сталинской премии академики и профессора Александров, Митин, Юдин, Быховский, Трахтенберг, Асмус, Дынник, Григорьян за научный труд «История философии».

В области медицины отмечены имена академиков Авербаха, Штерн, Сперанского. Имя академика Авербаха широко известно у нас и за границей благодаря его долголетним выдающимся работам в области офтальмологии. Последние его работы посвящены доказательству того, что причиной заболевания зрительного нерва является воспаление мозговых оболочек, расположенных по соседству со зрительными нервами. Академик Штерн, создав свою теорию о мозговом барьере и его функциях, перешла к изучению возможности применения ее в лечебном деле. Академик Сперанский в своих экспериментальных работах выявил положение, что начало развития и конец болезни стоят в непосредственной связи с деятельностью нервной системы.

Группа хозяйственников, инженеров и конструкторов одного из уральских заводов в составе тт. Осадчего, Токового, Заславского, Данилова, Тихонова, Дубровского, Кошечкина, Касьянова за усовершенствование технологии производства минометных труб и деталей боеприпасов удостоены Сталинской премии.

Сталинской премии удостоен знатный забойщик Высокогорского рудника на Урале Иван Прохорович Завертайло. Он ввел в горнорудной промышленности скоростной метод многозабойного обуривания, который обеспечивает значительное повышение производительности труда и увеличение добычи руды.

Получившие Сталинскую премию уральские конструкторы тт. Горлицкий и Курин создали новый тип артиллерийского вооружения.

Сталинской премией первой степени награжден большой коллектив инженеров Златоустовского металлургического завода. Он разработал и внедрил в производство новую технологию выплавки стали для военной промышленности.

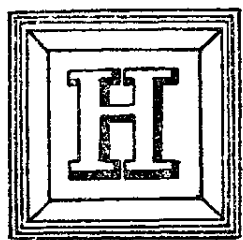
За усовершенствование легкого типа танков удостоены Сталинской премии конструкторы: Астров, Сорочкин, Дедков, Кригер и Липгардт. В числе лауреатов Сталинских премий выдающиеся творцы боевой техники; среди них: Ильюшин, Лавочкин, Поликарпов, Сухой, Чарымский, Швецов, Яковлев, Когин, Грабин, Туполев, Иванов, Кузнецов — блестящая плеяда конструкторов самолетов, моторов, вооружения.

Рядом с именами всему миру известных ученых Байкова, Вернадского, Гудцова, Капицы, Вавилова, Павлова, Лысенко стоят в списке лауреатов Сталинской премии сталевар Валеев, горняк Завертайло, колхозница Юткина, мастер-инструментальщик Сергей Давыдов и много других практиков и новаторов дела, кующих победу Красной Армии.

«Академики и конструкторы, профессора и изобретатели, инженеры и стахановцы, новаторы производства — все они обязаны своими успехами Родине. Родина поставила перед ними ответственные задачи. Они знают, что нет ныне задачи более благородной, чем разгром фашизма, изгнание захватчиков из советской земли. Советский ученый защищает свободу и честь своей родины, а вместе с тем — честь и свободу научной мысли, поруганной немецкими захватчиками» («Правда»).

Академик СПЕРАНСКИЙ

ТАТЬЯНА ТЭСС



а протяжении всей истории человечества люди никогда не были довольны своей медициной. Едва ли найдется еще одна дисциплина, в достижениях которой человечество было бы заинтересовано так непосредственно и так кровно. Всякое новое открытие ожидается здесь с трепетом.

Меняются формы вмешательства, расширяется представление о причине болезней, но проблема до конца еще не разрешена. У нас нет ощущения полной защищенности. Область бесспорных знаний не охватывает всего, что угрожает нашей жизни. Огромный материал, которым располагает современная медицина, все же разрознен. Каждая болезнь изучается как самостоятельная единица. Для каждой болезни есть своя теория. Но теория и медицина, способной обнять весь материал и направить его в сторону наиболее правильного использования, у нас еще нет.

И когда нам говорят: вот ученый, взявшийся за построение такой теории, — это сразу дает нам представление о масштабах его творческой мысли, о размахе работ, о его внутренней силе.

К числу таких имен может быть отнесено имя Алексея Дмитриевича Сперанского.

Есть признак, который сближает работу экспериментатора с военной наукой. Как в первом случае, так и во втором одними из главных врагов являются рутинизм и упрямство. Это то, против чего Сперанский как ученый восстает со всей силой настоящего экспериментатора. Его работы — это новая борозда, проложенная в науке, еще рыхлая, еще с рваными краями, но уже глубокая, оставившая зримый, непреложный след. Сперанский вмешивается в самую гущу явлений природы, туда, где страшной всего, туда, где больней всего, где здоровью человека угрожает наибольшая беда. Общий патолог по специальности, Сперанский никогда не был чистым теоретиком. Он работает для медицинской практики, работает с гневом, со страстью, настаивая, защищая, утверждая новые законы.

У Сперанского есть книга «Элементы построения теории медицины». Во время дискуссии, разгоравшейся по поводу этой книги, некоторые оппоненты упрекали автора в том, что книга написана «грубо». Представьте себе научный труд, по поводу которого возможен подобный упрек. Это кажется неправдоподобным.

Но в данном случае автор сам не отрицал этого. Книга написана резко, почти зло, с военной прямоотой. В ней нет ничего, что хотя бы отдаленно напоминало академически спокойное изложение материала. В книге заложены взрывчатые вещества, — она действует, как фугас. Эта книга вслухет, тревожит, требует действия; она была написана с сознательным желанием вызвать в читателе «отсутствие спокойствия».

Биография А. Д. Сперанского — одна из самых беспокойных историй человеческой жизни. Все, чем он занимался, отмечено беспокойством экспериментатора.

Студентом университета своей специальностью на всю будущую жизнь он избрал хирургию. Наука зримая и смелая, повелительница человеческой жизни, хирургия казалась ему самым доблестным путем для врача.

Сперанский помнил завет Пирогова о том, что путь хирурга лежит через анатомический театр. Он начал работать как анатом, чтобы в совершенстве изучить человека. Так продолжалось все время, пока он был студентом, а закончив университет, он стал заниматься одновременно анатомией и хирургией.

В это время началась война 1914 года. Сперанского призвали на фронт. Он стал военным хирургом, работал в военных госпиталях, в армейских перевязочных отрядах. Через его руки за время войны прошло семнадцать тысяч раненых.

Семнадцать тысяч человек, стонущих, кровоточащих, изуродованных войною, он видел перед собой на операционном столе. Он оперировал их в громадных сияющих залах и в бревенчатых домиках у линии фронта, сотрясающихся от грохота орудий. Он видел раны, засыпанные землей, зараженные, глубоко и ужасно развороченные осколками. Он оперировал, ампутировал, сшивал, помогал тканям срастаться. Но его представление о безусловном всемогуществе хирургии уже было нарушено.

Не все было так, как казалось ему в университетской клинике. В долечивании костных переломов слишком часто не было успеха. Так пришлось к Сперанскому первое, глубоко проникшее в него беспокойство. Он решил заняться после окончания войны теорией, понять, чем дышит современная медицина.

И вот война закончилась. Сперанский снова вернулся в Казанский университет. Он получил в университете кафедру. Но, став профессором оперативной хирургии, он еще более полно, более тревожно убедился в том, что многие вопросы медицины, до той поры казавшиеся ему совершенно ясными, на самом деле в корнях своих не изучены.

Тогда он бросил все и уехал в Ленинград.

Изучать эксперимент он начал в лаборатории И. П. Павлова.

Много лет назад уже было подмечено, что нервная система имеет очень большое влияние на организм. Явление это, подмеченное в разные эпохи разными людьми, проходило мимо внимания медиков. Шарко был первым, кто дал идею о роли и влиянии нервной системы при целом ряде заболеваний. Классическое представление физиологов, современных Иоганну Мюллеру, отводило нервной системе только следующие функции: одни нервы были проводниками импульсов, которые вызывали

сокращение мышц, выделение пищеварительных соков и т. д., другие же нервы служили для передачи сигналов к центру — голове, спинному мозгу.

Но со времени Шарко стало ясно, что, кроме этой, официально признанной деятельности, в нервной системе существует еще и другое действие. Есть непознанная грань между тем, что мы знаем, и тем, что существует на самом деле.

Появился новый термин — трофическое действие.

К органу или ткани бежит по нерву определенный импульс; под влиянием этого импульса орган производит знакомую, свойственную ему работу, — например, сокращается. Но это не все. Стало ясно, что тот же самый импульс контролирует обмен веществ данной клетки, ткани, органа. Это действие и получило название трофического. Все, что совершается в клетке, — дыхание, потребление «строительного материала», распад и синтез новых веществ, — все это находится под контролем нервной системы.

Первым, кто в современной науке задумался над этим, был И. П. Павлов. Вначале на нервах сердца, затем на других участках он показал настоящее существо деятельности нервной системы. Сперанский, работая в лаборатории Павлова, обратил внимание на ту отрасль, которая в этом горниле экспериментальной работы находилась как бы в стороне. Его внимание привлек ряд заболеваний, появившихся у собак в результате опытов. Объектом и материалом для своих исследований он сделал не обычный физиологический эксперимент, а патологию, болезненный процесс. Это был эксперимент, который делала сама природа. Такой материал был значительно богаче, ибо ни один самый остроумный экспериментатор не придумает столько комбинаций, сколько может их дать природа.

Предшествующие исследователи показали, что нерв обладает свойством влиять, контролировать обмен веществ в тканях и органах. Сейчас было необходимо сделать следующий, совершенно неизбежный вывод. В том случае, когда по нерву в силу страдания центров побежит ненормальный, искаженный импульс, совершенно неизбежно, что обмен веществ данной клетки и органа должен измениться, извратиться.

Сперанский доказывал, что многие болезненные процессы, которые считались самостоятельными, являются отражением других, невидимо текущих в нервной системе. Он стал изучать эти нервные процессы, нарушающие нормальное течение функций организма, изучал их происхождение, развитие, угасание, влияние на них других заболеваний. На одном из опытов, проведенных над собакой, он доказывал, например, что, если поразить серый бугор головного мозга, — центр, соединенный многочисленными связями с внутренними органами, — это поражение вызовет болезненные процессы по всей линии пищеварительного тракта: язвы, кровотечение желудка, кровотечение на отдельных участках кишечника.

В сферу его работ вошел целый ряд заболеваний: бешенство, дифтерия, ревматизм, рак, скарлатина, сыпной и возвратный тиф, поражения органов пищеварения, полости носа и среднего уха, болезни глаз и много других патологических процессов. Изучение всех этих процессов велось для того, чтобы вскрыть нервные механизмы, которые ими управляют. Это привело к новым представлениям о лечении, к новым медицинским предложениям. Они были подхвачены, — работу Сперанского начали продолжать в различных научных учреждениях Советского Союза, она получила широкую известность за рубежом.

Сперанский и утверждает и показывает, что медицина уже сейчас может по-новому управлять течением инфекционных и других процессов.

Чтобы изменить весь организм, достаточно изменить его нервную конституцию. Для этого был испробован прием, названный А. Д. Сперанским буксацией и состоящий в своеобразном массаже нервной системы, без введения туда каких-либо посторонних веществ. После того как больной «пробуксирован», ему дают хинин. И хинин, много лет не оказывающий никакого влияния на больного, вдруг, почти внезапно, обрывает малярию.

Как эти, так и другие работы Сперанского над изучением инфекции представляют большой интерес. Механизм инфекции еще не известен. Нужно изучить микроб, — но не тот, который находится в пробирке, а тот, который действует в организме. Нужно узнать, когда и где этот микроб меняется в организме, как он меняет самый организм, изучить эту встречу и сожительство, полные непрерывных событий и потрясений.

Тогда будет легче командовать инфекционным процессом. Если больной поступил к вам в девять часов утра, то делать с ним нужно одно. Но если тот же больной поступил не в девять, а в двенадцать дня, то и отношение к нему будет иным, потому что за истекший срок все уже успело перемениться.

Установив, что нервная система не только определяет заболевания, но и организует их, изучив роль нервного компонента в болезни, Сперанский получил право на новую форму оценки общих положений в патологии. Он определил нервный компонент как «ведущее звено» в болезненных явлениях. Были найдены условия для сравнения самых разнообразных заболеваний, не имеющих по внешности ничего общего. Накопленный медицинской разрозненный материал получил возможность объединения, бесчисленное количество частных закономерностей стало терять свою категоричность.

Возможно ли говорить одним языком о скарлатине и о переломе ноги? Оказалось, что это возможно. Оказалось, что найден, наконец, ключ к тому, чтобы объединить по сходству то, что раньше разделялось по различию.

Мы перечислили здесь целый ряд работ, которыми занимался академик Сперанский и которые привели его к тому, чтобы получить по праву высокое звание лауреата Сталинской премии. В настоящее время Сперанский занят целым рядом новых работ, — в сфере его интересов многое, что угрожает здоровью и жизни человека. Все виды туберкулеза, воспалительные заболевания органов дыхания, заражение ран, сепсис, разного рода инфекционные заболевания — весь этот разнообразный и страшный материал человеческой беды и боли находится в кругу его интересов и его труда.

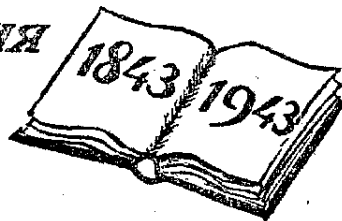
Сейчас А. Д. Сперанский заканчивает книгу, в которой подводятся итоги последних семи лет его экспериментальной и клинической работы. Книга имеет тенденцию изложить теорию медицинской науки на новых основах.

Человек волевой и сердитый, прямой до резкости, целеустремленный до нетерпимости и вместе с тем наделенный громадной душевной тонкостью, Сперанский является одним из интереснейших ученых нашего времени. Мир его идей и вдохновения очень богат. Каждый, кто побывает в этом мире, запомнит его надолго.

С первых месяцев Отечественной войны академик А. Д. Сперанский работает в кадрах Красной Армии, он — генерал-майор медицинской службы. Его знания и труд поставлены на службу армии.


К. А. ТИМИРЯЗЕВ

К СТОЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ



Академик

В. Л. КОМАРОВ

 июня исполнилось 100 лет со дня рождения великого сына русского народа, горячего патриота своей родины, передового ученого и замечательного популяризатора Климента Аркадьевича Тимирязева.

К. А. Тимирязев был не только талантливым поборником, пропагандистом и продолжателем дарвинизма, но и крупнейшим исследо-

вателем в области физиологии растений, которой он посвятил около полувека.

Всю свою деятельность К. А. сознательно ставил на службу народу, на службу трудовым массам. Свои теоретические исследования по физиологии растений К. А. мыслил только как прямую помощь земледелию. В своей книге «Земледелие и физиология растений» К. А. пишет, что «наука призвана сделать труд земледельца более производительным».

Он неустанно твердил, что теория должна связываться с практикой, помогать практике и оплодотворяться ею. Он постоянно высмеивал «ученых», оторванных от живой жизни и прятавшихся в «храмах науки», а университеты и научные лаборатории называл «мастерскими науки», желая тем самым подчеркнуть их деловой, жизненный характер.

К. А. писал, что «мы мало ценим простое обладание фактом. А, между тем, существуют области знаний, в которых все именно сводится на обладание обширным запасом фактов, интерес которых растет вместе с их числом, — такова именно систематика».

Хорошо понимая, что наука, служащая практике, народу, тем самым обеспечивает себе его поддержку и дальнейший расцвет, К. А. сочувственно цитирует известного английского ученого Армстронга: «Наука может занять принадлежащее ей по праву место в демократической стране только при условии, что ее труды, ее значение получают самое широкое распространение и оценку. Те, кто создает новые научные ценности, будут продолжать накопление своих сокровищ, но они не должны забывать, что, возбуждая интерес к науке в народе, они обеспечивают поддержку своему труду и широкому приложению полученных ими результатов».

К. А. успешно работал по фотосинтезу у растений и сделал ряд крупнейших открытий по усвоению растениями лучистой энергии. Как подлинный ученый, он видел свою задачу в том, чтобы сочетать свои теоретические выводы с практическими потребностями сельского хозяй-

ства, чтобы передать свои научные достижения народному хозяйству. Так, определяя «основные задачи физиологии растений», он писал: «Физиолог не может довольствоваться пассивной ролью наблюдателя, — как экспериментатор он является деятелем, управляющим природой».

К. А. чрезвычайно много сделал для подъема русского сельского хозяйства, для повышения урожайности крестьянских полей, для борьбы с засухой. Вот почему все признают его инициатором «обновления земли», подлинным создателем научной агрономии.

Будучи новатором в физиологии растений, К. А., как он сам писал, встречал «только враждебное отношение со стороны своих немецких ботанических коллег, в конце концов, однако, оказавшихся вынужденными признать верность всех полученных мною результатов».

Будучи убежденным дарвинистом и выдающимся исследователем по физиологии растений, К. А. ставил перед собою задачи и более общего характера и, как подлинный ученый и последовательный общественный деятель, бесстрашно разрешал эти задачи и тем самым приближался к революции, к коммунизму. Шел К. А. к революции своим индивидуальным путем, но шел последовательно, сознательно, следуя логике фактов, отправляясь от данных своей науки.

В. И. Ленин в статье «Об едином хозяйственном плане» писал, «что инженер придет к признанию коммунизма не так, как пришел подпольщик-пропагандист, литератор, а через данные своей науки, что по-своему придет к признанию коммунизма агроном, по-своему лесовод и т. д.» (В. И. Ленин, Соч., т. XXVI, стр. 173). Это утверждение Ленина блестяще подтвердилось и на примере К. А. Тимирязева, который именно так и пришел к коммунизму.

Имея в царской России крайне незначительное количество сторонников среди дипломированной профессуры, К. А. бесстрашно утверждал, что «наука свободна: она там, где знание и труд; ее не закабалить никакими привилегиями и монополиями науки, никакими забронированными убежищами, какие бы ни предъявлялись на то воображаемые исторические права».

К. А. Тимирязев ясно представлял себе, что «в науке нет широкой столбовой дороги... и только тот может достигнуть ее сияющих вершин, кто, не страшась усталости, карабкается по ее каменистым тропам» (К. Маркс). И К. А. упорно и настойчиво шел вперед по пути научного прогресса, по пути единения теории и практики, преодолевая все препятствия и открыто борясь

против ретроградов в науке и в политике. Он был убежден, что «знание и труд, вступив в свободный, основанный на взаимном понимании, тесный союз, осененные общим красным знаменем, символом мира всего мира, все превозмогут, все пересоздадут на благо всего человечества».

В этом убеждении коренится общественно-прогрессивный оптимизм К. А., не покидавший его и в годы упадка, после поражения революции 1905—1906 гг.

* * *

И в качестве студента, и особенно в качестве профессора боролся К. А. против всяких ограничений, вводившихся в высшей школе царским правительством.

С горечью пишет К. А., что «каждый русский профессор, лично и коллективно, со школьной скамьи и до преклонной старости, вынужден разрешать дилемму: «или бросить свою науку, или забыть о своем человеческом достоинстве». Ведь сам К. А. вынужден был уйти из Петербургского университета в 1862 г. из-за матрикулов, а в 1911 г. — из Московского университета, в виде протеста против погромных действий министра народного просвещения Кассо. Ведь и знаменитый Д. И. Менделеев в 1890 г. также должен был разрешать эту дилемму и не задумался оставить горячо любимый им Петербургский университет.

К. А. Тимирязев с большим уважением относился к подлинным ученым независимо от их национальности, но не терпел покровительственного тона, который иногда себе позволяли зарубежные профессора, трактуя Россию как страну непроходимых лесов, белых медведей и некультурных людей. Так, К. А. не посчитался с авторитетом Р. Вирхова и высмеял ребяческий аргумент, предъявленный Вирховым в его речи при открытии антропологического съезда в Москве: «Остается только пожалеть, что почтенный ученый обнаружил такое неуважение к своей аудитории. Или законы логики не одни и те же для Москвы и Берлина?»

Часто бывая за границей, К. А. поддерживал переписку с рядом корифеев, преимущественно английской науки, был в курсе научных достижений и считал, что многое хорошее, что имеется за рубежом, следует прививать и культивировать на русской почве. Он восторженно отзывался об американце Бербанке и призывает к продолжению его замечательных опытов в России. Но особенно дорожил он русской наукой, всю свою жизнь посвятив возвеличению ее, и был твердо убежден, что «русский ученый будет пользоваться уважением».

К. А. с достоинством говорит: «Молодой русский ученый в роли арбитра между величайшими физиками нашего времени — между Кельвином и Максвеллом, — сознайтесь, что это — явление незаурядное в истории молодой русской науки». Это пишет К. А. о физике П. Н. Лебедеве (открывшем давление светового луча), которому знаменитый профессор астрономии Вольф из Гейдельберга говорил, что глаза всех астрономов мира обращены на него, Лебедева, что только от него ждут они разрешения интересующей их задачи.

* * *

К. А. Тимирязев был истинным сыном русского народа и подлинным патриотом. Он пишет о себе: «Я сам патриот: горячо, инстинктивно и сознательно люблю свою родину». К. А. никогда не неглижировал своей национальной принадлежностью, своей родиной, никогда не становился в позу мелкобуржуазного космополитизма и хоро-

шо усвоил, что «патриотизм — одно из наиболее глубоких чувств, закрепленных веками и тысячелетиями...» (В. И. Ленин, Соч., т. XXIII, стр. 290).

С большим сочувствием К. А. приводит примеры патриотизма парижских ученых во время нападения Пруссии на Францию в 1870 г.; он говорит о Берто, не покидавшем под немецкими ядрами своей лаборатории и делившем свое время между академией, лабораторией и батареей.

С большой любовью к своему народу он пишет, что с момента освобождения от крепостной зависимости в 1861 г. «рванулся он вперед, в первый раз после тысячелетнего существования проникся он уважением к самому себе и, несмотря на то, что недавно вышел из неудачной внешней борьбы, стал не угрозой только, а предметом уважения и для своих старших братьев, опередивших его на пути развития».

К. А. стремился к тому, чтобы русский народ вступил на путь нового строительства; это оказалось возможным только после свержения рабочими и крестьянами их поработителей, после победоносной социалистической революции 1917 г. К. А. отдает себе отчет, что русский народ выполнил свой долг перед историей — свергнул царскую власть в России при исключительно тяжелых условиях, каких не переживал ни один народ в мире. «Разоренный до тла, истекающий кровью русский народ нашел в себе силы, чтобы исполнить свой долг перед историей...».

Новые задачи, возникшие перед освобожденным народом, могли быть решены только при условии привлечения к строительству самых широких масс трудового народа, и к этому К. А. и призывает. В большевистской партии, в ее вождях он видел самых передовых людей, призванных и могущих пересоздать нашу страну на новых началах. Он писал, что «всякий беспристрастный русский человек не может не признать, что за тысячелетнее существование России в рядах правительства нельзя было найти столько честности, ума, знания, таланта и преданности своему народу, как в рядах большевиков».

* * *

Новые задачи, возникшие перед новым Советским государством, требовали и новой армии, и такая армия, Красная Армия, была создана. К. А. приветствует Красную Армию и пишет: «Спросите себя, приходилось ли какой-либо стране вести борьбу на таком протяжении», и вы оцените деятельность вождей, «создавших первую в истории действительно народную армию — красную, умеющую, защищая родину, бить врага».

Ко времени создания Красной Армии и ее победоносной защиты молодой Советской республики от наседавших на нее врагов К. А. Тимирязеву было уже свыше 75 лет, но голос старого ученого-революционера мощно раздавался и звал к дальнейшей борьбе на фронте войны и труда, к перестройке страны на основах социализма, не забывая о враждебном окружении.

* * *

И на студенческой скамье, и на профессорской кафедре К. А. Тимирязев не довольствовался узкими рамками своей специальности, а прислушивался к биению пульса общественно-политической жизни. Лучшие ученые в России и за рубежом принимали участие в политической жизни своей страны. К. А. вспоминает о замечательном немецком математике Якоби, которого Бисмарк заключил в крепость за его республи-

канские убеждения и пораженческую позицию во время нападения Пруссии на Францию; о физике Аронсе, который был изгнан из Берлинского университета за исповедание социал-демократических убеждений.

«Дело ли ученого пускаться в политику?» спрашивает К. А. и отвечает на этот вопрос словами Берто из его статьи «Наука и нравственность»: «Часто приходится слышать, что ученый не должен заниматься политикой. Эта избитая аксиома пущена в ход каким-нибудь царедворцем в неограниченной монархии, в эпоху, когда частная интрига успевает всем завладеть, руководясь соображениями личного произвола, одинаково чуждыми указаниям общественного блага и метода науки».

К. А. в допусках легальностью своего положения пределах боролся за право профессора быть гражданином своей страны. Правда, цензурные условия в царское время вынуждали его писать «тем эзоповским — проклятым эзоповским — языком, к которому царизм заставлял прибегать всех революционеров, когда они брали в руки перо для «легального» произведения» (В. И. Ленин, Соч., т. XIX, стр. 71). Все же К. А. имел огромную аудиторию слушателей и читателей среди передовых элементов русского народа и постоянно вел их вперед, к восприятию социалистических идей, к политической сознательности, к участию в освободительном движении русского народа.

К. А. безмерно любил науку, как источник истины; он твердо верил в прогресс и в этом черпал бодрость и оптимизм; он искренно надеялся на молодое поколение, которое, сильное знанием, должно повести свой народ по пути прогресса.

Умело сочетая политико-общественную деятельность со специальной научной, К. А. искал и находил то общее, что объединяет их теоретические предпосылки и практическое осуществление. К. А. сравнительно поздно узнал о выходе в 1859 г. книги К. Маркса «К критике политической экономии». В 1909 г., когда отмечался полувековой юбилей книги Ч. Дарвина, вышедшей одновременно с книгой Маркса, К. А. еще не знал об этом событии. Уже после победы Октябрьской революции, когда стала доступной марксистская литература, К. А. познакомился с названной книгой Маркса и посвятил ей специальную статью «Ч. Дарвин и К. Маркс», в которой проводит ряд параллелей с книгой Дарвина.

Опубликование в одном и том же году этих двух капитальнейших произведений, создавших каждое в своей области предпосылки для коренных изменений установившихся взглядов, К. А. не считал случайным хронологическим совпадением. Он утверждал, что «между этими двумя произведениями, относящимися к столь отдаленным одна от другой областям человеческой мысли, можно найти сходственные черты, оправдывающие их сопоставление». Как это созвучно с тем, что было сказано Ф. Энгельсом в речи, произнесенной 17 марта 1883 г. у могилы Маркса: один из основоположников марксизма весьма убедительно сопоставлял эти два произведения, вызвавшие революцию во взглядах на развитие органического мира и человеческого общества.

* * *

К. А. Тимирязев не был пацифистом, но в начале своей общественно-политической деятельности еще надеялся, что германские империалисты

не решатся развязать новую войну, что, может быть, обойдется и без вооруженного столкновения. К. А. даже перевел с английского языка статью Джемса Мак-Кин Киттеля под заглавием «Наука и всеобщий мир» и опубликовал этот перевод в русской печати. Но во время войны 1914—1917 гг. он убедился, что пацифистские положения английского автора «опровергнуты настоящей проклятой войной, положившей в основу право (!) морить голодом население целых стран» (он имел в виду бедствия населения временно оккупированных немцами территорий на востоке и западе Европы). Предложение Киттеля создать небольшой научный бест на каком-либо уединенном островке в Ламанше вызывает у К. А. ироническое замечание, ибо нельзя изолировать себя от остального человечества, не говоря уже о том, что невозможно мыслить себе какой-либо остров, нейтральность которого будет уважаться разбойным германским империализмом, возведшим в закон потопление своими подводными лодками пассажирских пароходов с гражданским населением.


Чувство реализма подсказывает К. А., что наука и научные достижения не только не останавливают ухищрений германских империалистов развязать новую войну, но что наука может в немалой степени быть использована поджигателями войны в их разбойничьих целях. Так, анализируя научные достижения 1909 г., К. А. считает выдающимся успехом человеческих усилий покорение воздуха. Перелет Блерио на самолете из Франции в Англию через Ламанш «останется навеки одним из блестящих завоеваний человеческого ума и разумной отваги». Но с настоящим предвидением высказывает К. А. опасение, что это достижение может быть использовано людьми, готовящими втихомолку войну, и что организаторы массовых человеческих убийств уже потирают руки и приговаривают: «Так будем мы жечь города, топить целые флоты». Уже в первую мировую войну Германия пользовалась цепелинами и самолетами для бомбежки мирных сел и городов, а в современной разбойничьей войне германского фашизма против всех свободолюбивых народов преступное использование ими авиации, которого так опасался К. А., достигло небывалых размеров.

* * *

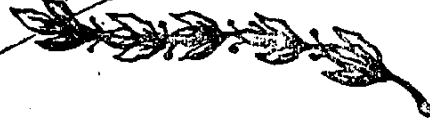
В настоящее время многомиллионный советский народ ведет Отечественную освободительную войну против вероломно напавших на нас немецко-фашистских захватчиков. Народы Советского Союза под руководством коммунистической партии за четверть века после победы социалистической революции в СССР «создали могучую социалистическую индустриальную и колхозную державу» и всеми силами защищают плоды своего многолетнего труда.

Под руководством гениального стратега пролетарской революции и строителя Советского государства, под водительством товарища Сталина вооруженный советский народ уничтожит немецко-фашистских оккупантов и вместе с свободолюбивыми народами всего мира пойдет вперед к дальнейшим победам мирного созидательного труда.

В идейном вооружении советских трудовых масс, среди боевой литературы, зовущей вперед, к дальнейшей борьбе до полной победы, книги великого ученого и патриота К. А. Тимирязева занимают почетное место.



ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ К. А. ТИМИРЯЗЕВА



Профессор
А. К. ТИМИРЯЗЕВ



рассказать о жизненном пути К. А. Тимирязева, мне кажется, лучше всего его же собственными словами, взятыми частью из тех его сочинений, в которых он вспоминает отдельные периоды своей жизни, частью из тех, где он подводит итоги своей научной работе, своим воззрениям на отдельные области науки или

высказывает свои политические взгляды.

К этому я добавлю кое-что из того, что невольно приходит мне на память.

Начнем рассказ с детства и юности.

«Да, я родился, — писал К. А. в мае 1918 г., — буквально в двух шагах от той скалы, на которую взлетает «гигант на бронзовом коне», в самом начале той Галерной улицы, которую менее, чем за два десятка лет перед тем залил кровью победитель 14 декабря своей картечью, косившей дрогнувшие ряды восставших войска и народа. Обыкновенно принято считать, что 14 декабря было чисто военным бунтом, в котором народ стоял в стороне, но мой отец, бывший очевидцем, рассказывал, как из-за окружавшего строившийся Исаакиевский собор забора народ бросал камнями в царские войска. А от моей матери, в то время молодой девушки, жившей у родственников в далекой от центра Коломне, я слышал рассказ, как во время их обеда влетевший, как ураган, лакей, поставив в спеху блюдо на стол, крикнул: «Ну, далее распорядитесь сами, весь народ бежит на Исаакиевскую площадь; Николай бунтует, да мы ему не позволим». А какое настроение тлело под крышами, правда очень немногих, петербургских домов во все время торжества принципов «самодержавия, православия и народности», можно судить из следующего семейного предания: в 1848 г. к отцу один собеседник приставал с вопросом: «Какую карьеру готовите вы своим четырём сыновьям?» Отец отшучивался, но, когда тот не отставал, ответил: «Какую карьеру? — А вот какую. Сошью я пять синих блуз, как у французских рабочих, куплю пять ружей и пойдем с другими на Зимний дворец!»

Еще с детства К. А. получил основательное знакомство с историей французской революции.

«К Робеспьеру меня влекли, — говорил он, — слышанные еще с детства слова отца, убежденного республиканца эпохи Николая I: «Честный это был человек, чистый, святой человек...» Из его слов можно было понять, какое совершенно иное направление приняла бы великая революция (он

всегда гордился тем, что родился в 1789 г.), если бы победа осталась не на стороне гнусных термидорианцев и их достойных преемников, героев Директории».

Эти воспоминания детства и юности вполне объясняют следующие строки посвящения к его последней книге «Наука и демократия», написанные К. А. за несколько месяцев до смерти.

«Дорогой памяти отца моего Аркадия Семеновича Тимирязева и моей матери Аделаиды Климентьевны Тимирязевой.

С первых проблесков моего сознания в ту темную пору, когда, по словам поэта, «под кровлею отеческой не западало ни одно жизни чистой, человеческой плодотворное зерно», Вы внушали мне словом и примером безграничную любовь к истине и кипучую ненависть ко всякой, особенно общественной неправде. Вам посвящаю я эти страницы, связанные общим стремлением к научной истине и к этической, общественно-этической социалистической правде».

Наступили студенческие годы; вскоре после поступления в университет начались студенческие волнения, и К. А. пришлось стать в ряды «студентов-забастовщиков».

«Много, чересчур много писали о студентах-забастовщиках, но разъяснил ли кто-нибудь психологию студента-забастовщика? А я пережил эту психологию и потому не считал себя в праве врываться непрошеным в область, в которой судить могла быть только сама чуткая, молодая совесть. Вспомнился мне и старик-отец, с утонченной деликатностью не позволивший себе усложнить своими порицаниями или одобрениями ту бурю, которая кипела под молодым черепом. В наше время мы любили университет, как теперь, может быть, не любят, да и не без основания. Для меня лично наука была все. К этому чувству не примешивалось никаких соображений о карьере не потому, чтобы я находился в особых благоприятных обстоятельствах, — нет, я сам зарабатывал свое пропитание, а просто мысли о карьере, о будущем не было места в голове: слишком полна она была настоящим. Но вот налетела буря в образе недоброй памяти министра Путьгина с его матрикулами. Приходилось или подчиниться новому полицейскому строю, или отказаться от университета, может быть, навсегда от науки, и тысячи из нас не поколебались в выборе. Дело было, конечно, не в каких-то матрикулах, а в убеждении, что мы в своей скромной доле делаем общее дело, даем отпор первому дурновению реакции, — в убеждении, что сдаваться перед этой реакцией позорно.

1843



1943

Но не легко было на душе. Помнится, когда настал день лекции Д. И. Менделеева, — я особенно увлекался этими лекциями, — вдруг стало так жутко, что, подвернись в эту минуту какой-нибудь Мефистофель с бумагой, пожалуй, подмахнул бы ее, и не чернилами, а кровью¹.

Особенно выводила из себя мысль, что вот товарищ, аккуратный остзейский барончик, теперь сидит и слушает Менделеева. А почему? Потому только, что, помимо химии, он не понимает, не чувствует того, что чувствую, что понимаю я. И утешался я только мыслью, что и науку-то он, верно, не понимает по-настоящему, и не пойдет она ему впредь, что и оправдалось. Любопытная подробность: мы продолжали любить и уважать своих не только профессоров, но и учителей: А. Н. Бекетова, Н. Н. Соколова, оставшихся на бреши разгромленного университета, а они уважали нас, отсутствовавших, более, чем тех, что продолжали посещать опустевшие аудитории.

И вот теперь, на седьмом десятке, когда можешь относиться к своему далекому прошлому, как беспристрастный зритель, я благодарю судьбу или, вернее, окружавшую меня среду, что поступил так, как поступил. Наука не ушла от меня, она никогда не уходит от тех, кто ее бескорыстно и непритворно любит; а что стало бы с моим нравственным характером, если бы я не устоял перед первым испытанием, если бы первая нрав-

ственная борьба кончилась компромиссом? Ведь мог же утешать себя, что, слушая лекции химии, я служу своему народу. Впрочем, нет, я этого не мог, — эта отвратительная, фарисейски самонадеянная фраза тогда еще не была пущена в ход.

Незадолго до этого участия в студенческой забастовке К. А. знакомится впервые с теорией Дарвина, пламенным защитником и последователем которой он оставался всю свою жизнь.

Вот что он сам пишет об этом первом знакомстве: «С небольшим через год после появления книги Дарвина, уже в этих стенах (т. е. в Петербургском университете), в 11-й аудитории, покойный Степан Семенович Куторга на одной из первых лекций нам, первокурсникам, с отмечавшей его обстоятельностью, изобразил на черной доске длинное и несколько неуклюжее название этой книги — «The origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life». By Charles Darwin. («Происхождение видов посредством естественного отбора или переживание благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» Чарльза Дарвина.)

«Книга новая, но хорошая», помнится, прибавил Степан Семенович и вслед за тем, со свойственным ему мастерством, в ясных, сжатых чертах изложил содержание этой удивительной книги, показавшей нам органический мир в совершенно новом свете. Пользуюсь случаем, чтобы в этих же стенах принести запоздавшее покаяние перед тенью талантливого учителя, так

¹ Позднее, такой Мефистофель, действительно, явился в образе участкового пристава, сначала ласково, а потом угрозой убеждавшего вернуться в университет, — но тщетно.

как едва ли какое из многочисленных поколений его учеников принесло ему столько огорчений, как именно наше. Мы, помнится, вполне искренне считали его отсталым — и от этого-то отсталого старика слышали мы, почти вслед за ее появлением, первую трезвую, объективную оценку теории, своим новаторством приводившей в негодование людей, которых мы ему ставили в пример».

Уже в первой половине 60-х годов появляются в «Отечественных записках» три статьи К. А. «Книга Дарвина, ее критики и комментаторы», которые были изданы отдельным изданием в 1865 г. под заглавием «Краткий очерк теории Дарвина». Эта книга с небольшими дополнениями, сделанными автором в последующих изданиях, и теперь служит руководством для студентов, приступающих к изучению основ дарвинизма. Это первое издание вышло еще при жизни отца К. А. — Аркадия Семеновича. Взяв книгу на ночь, — он обычно почти все ночи напролет читал, — и отдавая ее сыну на следующий день утром, он сказал: «Очень интересно, только что это вы все про голубей, да про растения пишете, а о человеке ни слова! Не смее! Моисей своей книгой Бытия вам запретил, боитесь!»

К. А. всегда в восторгом вспоминал эти слова и добавлял, что эти слова были сказаны задолго до выхода «Происхождение человека» Дарвина.

С 1868 по осень 1870 г. К. А. находится за границей. При отъезде он сам составил себе наставление, которое было подписано деканом физико-математического факультета А. Н. Бекетовым. Отметим из этого наставления следующие строчки:

«Так как из работ г. Тимирязева видно, что он занимается физиологией питания и в особенности питанием листьев и влиянием света на это оплодотворение, то можно посоветовать ему продолжать свои занятия в однажды избранном направлении. При этом нельзя не выставить на вид г. Тимирязеву, что физиология, как наука молодая, еще не установившаяся, не обладает ни твердыми теоретическими основаниями, ни выработанными методами, так что собственно физиологической школы в настоящее время не существует. Настоящая физиологическая школа должна возникнуть на прочных основаниях физики и химии...

Подобно тому как физиология животных обязана своим началом медицинским школам, так и физиология растений будет в значительной мере обязана своим развитием агрономическим школам, и в настоящее время сельскохозяйственные академии, опытные станции, кафедры агрономической химии — едва ли не важнейшие центры, в которых развивается физиология растений, в особенности же физиология питания». В приведенных строках намечен по существу план всех работ К. А. на всю жизнь. Это прежде всего — физиология листа и связь физиологии растений с рациональным земледелием.

Что этот план осуществился, свидетельствуют следующие вступительные строки знаменитой Крунианской лекции, прочитанной К. А. 30/IV 1903 г. в Лондонском Королевском обществе.

«Когда Гулливер в первый раз осматривал академию в Лагадо, ему прежде всего бросился в глаза человек сухопарого вида, сидевший, уставив глаза на огурец, запаянный в стеклянном сосуде.

На вопрос Гулливера, дикий ли человек пояснил, что вот уже восемь лет, как он погружен в созерцание этого предмета в надежде раз-

решить задачу улавливания солнечных лучей и их дальнейшего применения.

Для первого знакомства я должен откровенно признаться, что перед вами именно такой чудак. Более тридцати пяти лет провел я, уставившись, если не на зеленый огурец, закупоренный в стеклянную посудину, то на нечто вполне равнозначное — на зеленый лист в стеклянной трубке, ломая себе голову над разрешением вопроса о запасании впрок солнечных лучей. Если я решаюсь выступить перед этим знаменитым обществом с кратким отчетом о скромных результатах моего многолетнего труда, то лишь в надежде, что предмет этот имеет хотя и очень отдаленное, но тем не менее несомненное отношение к тому вопросу, который доктор Крун, просвещенный и щедрый основатель этой лекции (Крун был современником Галилея. — А. Т.), считал наиболее уместной для нее темой. В течение длинного ряда лет содержанием для этих лекций служил вопрос о мышечном движении, позднее речь зашла о движениях животных и растений, и, наконец, о происхождении жизненных движений вообще.

Быть может, мне дозволено будет сделать еще шаг в этом направлении, в сущности последний возможный шаг, и повести речь об энергии, затрачиваемой во всех этих движениях, о ее отдаленнейшем источнике — о солнечном луче, слагающемся в запас в зеленом листе».

О том, как для К. А. тесно были связаны задачи физиолога с задачами практики сельского хозяина или лесовода, свидетельствуют первые строки речи, произнесенной на акте Петровской, ныне Тимирязевской, сельскохозяйственной академии в 1878 г. (эта речь в основном совпадала по содержанию с вступительной лекцией К. А. в Петровской Академии в 1870 г.). «Цель стремлений физиологии растений заключается в том, чтобы изучить и объяснить жизненные явления растительного организма и не только изучить и объяснить их, но путем этого изучения и объяснения вполне подчинить их разумной воле человека так, чтобы он мог по произволу видоизменять, прекращать или вызывать эти явления. Физиолог не может довольствоваться пассивной ролью наблюдателя; как экспериментатор, он является деятелем, управляющим природой.

Но не такова ли, мм. гг., и цель стремлений по отношению к растению сельского хозяина и лесовода: тот и другой стремятся подчинить растительный организм своей власти, направить его деятельность так, чтобы он давал возможно большее количество продуктов возможно лучшего качества. И те пути, которыми стремятся к выполнению своей задачи и ученые и практик, не существенно ли они сходны? Знание, основанное на наблюдении и опыте, — вот единственный верный путь в том и другом случае. Этих самых общих соображений, я полагаю, достаточно для того, чтобы показать, как тесно связаны между собой задачи и стремления земледельца и лесоводства, с одной стороны, и физиологии растений — с другой, и какую роль должна играть эта последняя наука в общем цикле знаний, которым посвящена деятельность нашей академии».

Отстаивая всегда теснейшую связь теории и практики, К. А. очень резко вступался на защиту свободы теоретического исследования от того, что можно назвать «узколобым практицизмом»: «Не говорят ли науке: подавайте нам листеревские повязки; это очень полезно, — тем более полезно, что все количество жизни, которое будет спасено открытием Листера, быть может потре-

буется для нового изобретения Круппа; подавай-те нам зеленый горошек среди зимы,— это очень приятно, но оставьте только в покое эти никому не нужные бестактные вопросы о происхождении и начале жизни, т. е. именно те вопросы, ради которых поколения ученых только и посвящали свой труд и время и талант исследованиям, в конце которых явилась и листеровская повязка в наших госпиталях и консервы горошка на наших столах».

Но, отстаивая права науки от подобного ограничения практики, К. А. всегда предостерегал от высокомерного пренебрежения ученых к наблюдениям практика.

«Ученые давно отвыкли от прежнего надменного отношения к тем запасам знания, которые приобретает практик путем своих долголетних наблюдений. Примеры Дарвина достаточны для убеждения тех, кто и теперь продолжал бы с высокомерием относиться к этому источнику знания. Наконец, стоит напомнить и тот общеизвестный случай, что практики, всего далее стоящие от области науки, простые земледельцы, в том числе и наши московские крестьяне, как свидетельствуют судебные хроники, в очень сложном вопросе опередили науку. Непосредственным наблюдением они самостоятельно и задолго до науки открыли факт перехода ржавчины с барбариса на злаки,— факт, вместе с другими, подобными ему, положивший основание учению о полиморфизме микроскопических грибов, которыми так справедливо гордилась наука пятидесятих и шестидесятых годов». Возвращаясь к наставлению, составленному самим К. А. при отправлении за границу, необходимо отметить, что указания, данные самому себе о том, что настоящая физиологическая школа должна возникнуть на прочных основаниях физики и химии, точно выполнялись им в течение всей его жизни. Все свои работы он построил на точных физико-химических методах, которые сам усовершенствовал. Вот что он сам пишет по поводу своих усовершенствований метода анализа газов: «Помню, как Бергто в шутку сказал: «Каждый раз, что Вы приезжаете к нам (1870, 1877, 1884), Вы привозите новый метод газового анализа, в тысячу раз более чувствительный». К этим строкам К. А. не без чувства горечи добавляет: «Эти методы вошли в общее употребление, но приписываются различным немецким и русским ботаникам только на том основании, что они применяли их через двадцать, тридцать лет позже меня».

При изучении действия света на зеленый лист К. А. пользовался самыми тонкими приемами спектрального анализа. Все это привело к тому, что в день юбилея тридцатилетней научной деятельности К. А. в 1898 г. московские физики обратились к нему как к физiku. Вот текст этого приветствия, которым К. А. особенно дорожил, пожалуй, более, чем каким-либо другим:

«Дорогой товарищ Климент Аркадьевич!

Ваши замечательные открытия в области ботаники стяжали Вам европейскую известность; Ваши работы по ботаническим опытным станциям возбудили среди русских хозяев горячий интерес к этому насущному вопросу; Ваши прекрасные популярные лекции не мало содействуют широкому распространению научных знаний о культуре растений. Но, несмотря на все это, мы, члены Физического отделения, считаем Вас физиком. Мы привыкли видеть Вас усердным посетителем наших заседаний, с живым интересом обсуждающим разные вопросы, в особенности касающиеся световых явлений. Мы привыкли

слушать Ваши интересные соображения, в которых явления жизни растений излагались знакомым языком со всей точностью физической науки...

Следя за описанием Ваших остроумных опытов, мы невольно вспоминали работы великих созидателей физики».

Именно потому, что все исследования К. А. были построены на тонких и точных приемах физики и химии, он мог с такой силой и убедительностью обрушиваться на все и всяческие проявления витализма. Посмотрим, как характеризует виталистическую реакцию в области биологии К. А. в своих работах, посвященных историческому методу в биологии.

«Неовитализм вынужден выискивать в науке темные уголки в надежде, что в них не скоро проникнет луч света, который вынудит их искать еще темнейших. Когда Ван-Гельмонт явления пищеварения приписывал архею, то он был по своему прав; для его времени это слово, так же удачно, как и всякое другое, прикрывало почти полное незнание. Но что же сказать о последовательности представителя неовитализма — Бунге, который хочет нас уверить, что когда мы съедем кусок хлеба, дело обойдется по известным нам законам химии и физики, но когда мы проглотим кусочек хлеба с маслом, то организмом будут пущены в ход какие-то плазматические инстинкты, т. е. те же ван-гельмонтовские археи, только микроскопические.

Навстречу идеям Бунге слышался сочувственный отклик и с крайнего востока. Профессор Томского университета Коржинский, в своей вступительной лекции в курс ботаники (издана отдельной брошюрой под названием «Что такое жизнь?», Томск, 1888), выступил еще более решительным защитником витализма в области физиологии растений, где он имеет еще менее прав на существование.

Основную мысль этой научной profession de foi (исповедание веры), как это бывает с виталистами, не желающими открыто порвать с точной наукой, очень трудно уловить.

Достаточно, например, указать, что, прямо отрекаясь от «жизненной силы», г. Коржинский отстаивает какую-то «жизненную энергию», о которой сначала говорится, что она «не разложима на составные элементы», а вслед за тем оказывается, что она только «результат совершающегося в организме процесса окисления». Эта спутанность общих понятий, впрочем, с избытком искупается чересчур прозрачной ясностью примеров, служащих для них иллюстрацией.

Голословно отрицая все, что сделано физиологами в течение целого века для физического объяснения процессов роста (в зависимости от действия тяжести и света), уважаемый систематик предлагает такое объяснение:

«По моему мнению,— пишет он,— гораздо проще смотреть на эти явления, как на инстинктивное стремление корешка углубиться в питательный субстрат», «как стремление стебля к свету», и поясняет выводы подобного объяснения: «Раз мы признаем эти явления инстинктивными, то мы уже не будем искать причины их во внешних явлениях, которые служат лишь импульсом к тем или другим действиям».

Никогда еще виталисты не говорили таким ясным языком, как в подчеркнутых мною словах, никогда не сознавались они так откровенно в том, в чем их противники имели основание их подозревать, т. е. в известной умственной лени, в готовности убаюкивать себя словами.

В самом деле, какое простое объяснение: все сводится к инстинкту растения; сказано ничего не объясняющее слово, а поколения ученых уволены от векового тяжелого труда. Неужели, однако, неовиталисты не поймут основной истины, «что только простое может бросать свет на сложное» и что физиологу заимствовать свой язык у психолога не значит объяснять, а только затемнять смысл изучаемого явления? Действительно, чего же проще: корень ищет, стебель стремится, протоплазма помнит и т. д., но разве гг. виталисты забыли, что ведь и прежде природа боялась пустоты и т. д., да только из этого ничего не вышло. Пора понять, что витализм никогда не был и не может быть положительной доктриной. Это только отрицание права науки на завтрашний день, самоуверенное пророчество, что она никогда не объяснит того-то и того-то, высказываемое, конечно, в спокойной уверенности, что если она сделает этот запретный шаг, то загородку можно будет отнести на шаг вперед. Никто так не ошибался в своих предсказаниях, как пророки ограниченности человеческого знания».

Подводя итог всей той реакции, которую несет с собой витализм, кичащийся тем, что он будто бы ведет вперед, К. А. произносит следующие замечательные слова:

«Науке, как жизни, нельзя давать «задний ход» вперед!»

Будучи убежденным сторонником приложения физико-химических методов исследования, К. А. тем не менее указывал на необходимость в биологии также и исторического метода:

«В этом допущении зависимости жизненных явлений от исторического процесса нередко усматривают какое-то отступление, какую-то будто бы измену, противоречие основным принципам экспериментальной науки. Химия, физика, механика, говорят, не знают истории. Но это верно только в известном, условном смысле. Конечно, жизненный процесс, являясь всегда только эпизодом, только отрывком одного непрерывного явления, при начале которого мы никогда не присутствуем, более, чем процессы неорганической природы, нуждается в пособии истории. Но, с другой стороны, разве существует какое-нибудь явление, которое не было бы только звеном бесконечной цепи причинной связи? Для раскрытия законов движения небесных тел довольно законов механики, но для объяснения, почему планеты солнечной системы движутся именно так, а не иначе (т. е. в одну сторону и т. д.), нельзя обойтись без попытки восстановить их историю, как это сделали Кант и Лаплас». Таким образом, К. А. не мыслил себе биологии без исторического метода — без дарвинизма.

Посмотрим, как К. А. оценивал свое отношение к дарвинизму, — иногда, как мы сейчас увидим, в шутиливой форме.

«Из всех русских дарвинистов, а их, вероятно, столько же, сколько натуралистов, Данилевский призывает к ответу меня одного, а его комментатор г. Страхов видит даже и в этом некоторую слабую пищу для своего патриотизма: «из всех натуралистов, — пишет он, — нет ни одного, кого Н. Я. Данилевский не уличил бы в той или другой ошибке по части строгого понимания теории. Наиболее последовательным и почти безупречным оказался не Геккель или Витанд, а наш профессор Тимирязев, который, будучи приверженцем теории, действительно знает, что исповедует». Помнится мне, что в одной из своих мелких библиографических заметок Белинский,

разбирая какое-то жизнеописание известного разбойника Ваньки-Каина, остановился в недоумении на предисловии этой книги, в котором автор ее в порыве патриотической гордости пишет, что и душегубца и разбойника-то настоящего нужно искать между соотечественниками. Не чета наш Ванька-Каин, восклицает он, каким-нибудь западным Картушам. Сдается мне, что приведенное выше лестное замечание г. Страхова я должен принять приблизительно в таком же смысле. В самом деле, если откровенно подумать, что русским оказался автор труда, который нужно причислить к самым редким явлениям во всемирной печати, как называет г. Страхов книгу Данилевского, то до некоторой степени приятно подумать, что русским же оказался и самый последовательный сторонник «несомненного заблуждения», как называет г. Страхов дарвинизм.

В качестве такого-то Ваньки-Каина дарвинизма, связанного с ним «for better and for worse», я почти нравственно обязан выступить его защитником, ломать копы с его противниками».

Вы видите, что в этой шутиливой форме К. А. говорит все-таки о нравственной своей обязанности защищать Дарвина и дарвинизм.

Настаивая на необходимости исторического метода в биологии, К. А. связывал в одно целое физиологию растений и учение Дарвина, страстным защитником которого он был в течение всей своей жизни, начиная со студенческой скамьи. Основной процесс питания растений при помощи зеленого листа, поглощающего световую энергию, необходимую для построения органического вещества, которым питаются животные и человек, К. А. рассматривал как сложный процесс приспособления, как результат естественного отбора. Зеленый цвет листа, как оказалось благодаря исследованиям К. А., является поглотителем той части солнечного спектра, которая обладает наибольшей энергией. Зеленый цвет листа поэтому дает возможность уловить наиболее выгодные для растения лучи. Вот почему сохранившийся на земле растительный мир обладает зеленой окраской. Таким образом, теория Дарвина была теснейшим образом связана с физиологическими работами К. А. Дарвинист и физиолог сливались в нем в одно стройное целое.

В каких условиях протекала жизнь К. А.? Могу сказать, как свидетель, изо дня в день видевший ее в течение всей своей сознательной жизни вплоть до 28 апреля 1920 г., — жизнь К. А. протекала в непрерывных волнениях, и, несмотря на это, он был до конца своих дней бодрым, жизнерадостным и веселым. Семейные предания о его молодости подтверждают это. То же самое говорят и современные. Вот, например, свидетельство писателя В. Г. Короленко: «Ваши питомцы любили и уважали Вас в то время, когда Вы с ними спорили, и тогда, когда учили нас ценить разум, как святыню. И тогда, наконец, когда Вы пришли к нам — троим арестованным Вашим студентам, а после до нас доносился из комнаты, где заседал совет с Ливеном, Ваш звонкий независимый и честный голос. Мы не знали, что Вы тогда говорили, но знали, что то лучшее, к чему нас влекло тогда неопределенно и смутно, звучит и в Вашей душе в иной, более зрелой форме».

Этот эпизод был в 70-х годах в Петровской академии, когда под председательством министра князя Ливена совет Академии искалчил В. Г. Короленко и его товарищей «по политическим мотивам». Единственным защитником Короленко был тогда молодой профессор Тимирязев.

Вспоминается еще такой случай. В самом начале 90-х годов, в годовщину смерти Н. Г. Чернышевского, студенты Московского университета просили К. А. не читать лекции, что и было выполнено. Студенты в качестве демонстрации, вместо того, чтоб идти на лекцию, пошли в церковь и отслужили панихиду о рабе божием Николае! Таковы тогда были формы протеста! На следующей очередной лекции К. А., после того как лекция уже началась, в аудиторию вошел бледный, с трясущимися руками, декан Н. В. Бугаев и, держа в руках какую-то бумагу, стал что-то рассказывать шопотом К. А. на ухо.

Дело было в том, что ему надо было объявить К. А. выговор, и притом перед студентами, за пропуск предыдущей лекции, и Бугаев не знал, как это ему сделать. К. А. улыбнулся, взял из рук Бугаева бумагу и сам себе прочел выговор. Раздались протесты со стороны студентов по адресу университетского начальства, но К. А., остановив знаком руки крики возмущения студентов, сказал: «У нас с вами более серьезные вопросы на очереди», и как ни в чем не бывало приступил к прерванной лекции. Не всегда дело проходило, однако, так легко и весело. В 1901 г., после получения выговора от министра Ванновского за то, что «проф. Тимирязев уклоняется от влияния на студентов в интересах их успокоения» (так гласит эта безграмотная формулировка), К. А. подал в отставку и только после просьбы всего совета университета и министра вернуться в университет он взял свою отставку обратно.

Так как в настоящее время К. А. Тимирязев изображается в образе профессора Полежаева в художественном фильме «Депутат Балтики», где внешность его воспроизведена с изумительной точностью, но в то же время по содержанию многое не соответствует действительности, то необходимо напомнить, в чем художественное произведение не соответствует фактам. Так, например, К. А. изображен, — как это обычно полагается при художественном изображении ученых, — немного чудачком, что, как правило, крайне располагает к себе зрителя и потому в художественном произведении уместно. Однако на самом деле в К. А. не было и тени чудачества. Второе несоответствие — это вспыльчивость, переходящая в грубость в разговоре с матросом, который приходит с обыском.

Такой случай действительно был. После боев в октябре 1917 г., когда район, где находилась квартира К. А., очищался Красной гвардией от белогвардейцев, к нам позвонил молодой парень — красногвардеец, который пришел посмотреть, нет ли у нас в квартире оружия. Дверь ему открыл сам К. А. и сейчас же повел его показывать по всем комнатам, что никакого оружия у нас нет. Разговор был весьма дружеским, кончившимся тем, что К. А. предложил красногвардейцу выпить стакан чая.

Словом, никаких окриков: не мешайте мне работать! зачем вы пришли?, как в фильме, на самом деле не было.

Точно так же сцена с учеником-предателем Воробьевым в фильме вымыслена — и потому, что сколько-нибудь сходной фигуры не было, и по форме той брани, которой разражается проф. Полежаев. Из этого вовсе не вытекает, что К. А. не мог быть жестким и беспощадным по отношению к своему противнику. Он мог так, что называется, отчитать противника, что тот запоминал это на век, хотя в самых словах не было резкости. Так было, например, с меньшевиком Н. Н.

Сухановым, который осенью 1919 г. пытался выступить с обычной меньшевистской критикой большевиков. В ответ на это он получил такую страстную отповедь, что, как говорят, «горошком» выкатился из кабинета К. А. и уже больше никогда не появлялся. Но в этой отповеди, по существу уничтожающей противника, не было ни одного ругательного слова.

Мы подходим снова к вопросу о том, как развивались и вызревали политические взгляды К. А. Мне думается, что это всего лучше можно видеть по тому, что он вкладывал год за годом в излюбленный им лозунг «наука и демократия». В 1895 г. К. А. писал: «Я естественно перехожу к обсуждению средств борьбы против еще более несправедливого раздела благ, завоеванных цивилизацией, между представителями труда умственного и механического... Значительно позднее явившееся у нас движение в пользу подражания английскому University Extension (Расширение университета), несомненное стремление издать, наконец, научную литературу для народа — не доказывает ли, что здесь затронут один из живых вопросов о нравственных обязанностях ученого... как члена того общества, которому он призван служить».

Через 9 лет, в 1904 г., в предисловии к тому же сборнику, эти мысли приобретают уже гораздо более яркую политическую окраску. «Чему же учит эволюция человечества в его ближайшем прошлом, в каком направлении движется оно, какие силы выдвигает вперед как главные факторы будущего? Науку и демократию. Сильная наукой демократия, наука, опирающаяся на демократию, и как символ этого союза — явление, почти не известное прошлым векам, — демократизация науки: вот несомненный прогноз будущего. Отсюда понятно, что люди настоящего, торжествующее мещанство, ставят на пьедестал философа, обнимающего в своей ненависти и демократию и науку. Не знаю, по какому недоразумению принято считать Ницше бичом буржуазии, когда его учение осуществляет самые сокровенные ее вожелания».

Поражение революции 1905 г. не сломило этой растущей критики буржуазного строя. В 1908 г., развивая те же мысли, К. А. пишет следующее: «Науке приходится выдерживать натиск ближайшей своей предшественницы — метафизики; так и демократии приходится выдерживать натиск со стороны вырождающейся буржуазии. Как метафизика, желая удержать развитие человеческого разума рамками своей схоластической диалектики, вынуждена бросать приветливые взгляды своему исконному врагу — клерикализму, так и та часть буржуазии, которая не желает подчиняться закону развития, вынуждена вступать в союз с теми силами, победительницей которых еще недавно себя считала».

Наконец, и вздыхающая по прошлому метафизика, и пятящаяся назад буржуазия не прочь протянуть друг другу руку помощи.

В мировой борьбе, завязывающейся между той частью человечества, которая смотрит вперед, и той, которая роковым образом вынуждена обращать свои взоры назад, на знамени первой будут начертаны эти слова — наука и демократия».

На развитие политических взглядов К. А. огромное влияние оказала первая империалистическая война. Перед самым началом Февральской революции в январе 1917 г. К. А. в журнале «Летопись» писал: «Если вы хотите, чтобы современный человек перестал походить на своего дикого предка, долой ложь во всех ее видах, —

говорит наука. Если вы хотите, чтобы правда водворилась на земле, — говорит демократия, — предоставьте мне самой ограждать себя от величайшего из зол — от войны, быть самой на страже священнейшего из моих прав — права на жизнь. И их требования сходятся по существу. Согласится ли человечество когда-нибудь с этими требованиями, захочет ли оно выйти на новый путь — войны против войны? Кто знает? Одно только очевидно для всякого мыслящего человека: если не захочет, останется при том, что было, при безысходном, безумном ужасе того, что есть. Январь 1917 ».

«Р. С. Эта статья была отправлена в редакцию 1 февраля; через несколько недель старческие мечты превратились в молодую действительность. Глазами, которые застилали старческие слезы радости, мне пришлось увидеть в руках демократической молодой России — рабочих, рабочих и солдат — хоругви с начертанными на них словами: «Мир и братство народов». Более великого дня, конечно, никогда не переживал наш, да, полно, переживал ли и какой другой народ! В первый, быть может, раз избитая фраза, фарисейски повторяемая людьми, больше всего дрожащими при мысли, как бы она не оправдалась в действительности, фраза: современное войско — это сам вооруженный народ, эта фраза явилась наглядным, для кого славным, для кого грозным фактом!»

«Слово братание (fraternisation), от которого бледнели щеки французского буржуа гг. 1848 и 1871 (бледнеют они и у защитников порядка других стран), стало делом, воплотившимся в этих сомкнутых, рука об руку, рядах работников, рабочих и солдат. А чтобы не было сомнения в еще более широком общечеловеческом значении этого слова «братание», высоко над головами вооруженного народа горели на солнце слова: «Да здравствует Интернационал», «Мир и братство народов».

«Не даром — именно с этого дня мирного проявления мощи народа и его миролюбия — полились те потоки бешеной слюны, с которыми все тайные враги революции напустились на ее творцов — на рабочих и солдат, развивая свои предательские проекты разгрузки рабочих Петербурга, высылки участвовавших в революции войск. Чтобы завладеть плодами революции, ее врагам нужно прежде всего расправиться с теми, кто своей кровью нам ее осуществил!»

Посмотрим теперь, как звучит лозунг «наука и демократия» у К. А. в 1919 г. в его приветствии первому рабочему факультету. «Наука и демократия — тесный союз знания и труда — десятки лет была моим любимым призывным кличем, и в сегодняшнем вашем собрании я вижу начало осуществления одного из важнейших проявлений его в жизнь. Рабочий станет действительно разумной творческой силой, когда его пониманию станут доступны главнейшие завоевания науки, а наука получит прочную верную опору, когда ее судьба будет в руках самих просвещенных народов, а не царей и пресмыкающихся перед ними холопов, хотя бы они величали себя министрами просвещения, академиками, профессорами». И дальше...

«Красное Знамя» — я умышленно привожу и эти два слова потому, что знаю, что мне мои коллеги из буржуазного лагеря не могут простить, что я стал под это знамя, как раз в те дни, когда темные силы всего мира набросились на него в надежде еще раз потопить его в крови. Красное знамя — это символ грядущей побе-

ды труда и знания над их врагами. Но что даст нам эта победа?

«Мир, хлеб и свободу»? Да, и еще нечто, менее заметное, но не менее важное. Мир, как единственное средство вернуться от дела истребления к производительному труду. Хлеб, т. е. борьба с открытым врагом, обрекшим нас на голодную смерть, и еще худшими тайными, вносящими заразу «спекуляции» из рядов эксплуататоров даже в ряды самих эксплуатируемых. Свобода — разумеется, без нее немыслимо ничто остальное. Но нужно еще нечто уже завоеванное, но едва ли достаточно использованное в надлежащем направлении. Это досуг — это восьмичасовой трудовой день, за которым последует, конечно, и еще более короткий. Свободная демократия, завоевавшая этот досуг, станет просвещенной демократией, когда найдет для него лучшее назначение в приобретении силы знания, в приобщении к науке. Что она этого захочет, что она это сможет, — залогом тому служит сегодняшнее собрание.

Да здравствует же объединенная своим Красным знаменем, могучая своим трудом, сильная светом знания, просвещенная всемирная демократия!»

Избранный членом Московского совета, К. А., не будучи по болезни в состоянии присутствовать на первом заседании Совета нового созыва, обратился к нему в письме со следующим приветствием:

«После изумительных, самоотверженных успехов наших товарищей в рядах Красной Армии, спасших стоявшую на краю гибели нашу Советскую республику и вынудивших тем удивление и уважение наших врагов, очередь за Красной армией труда. Все мы — стар и млад, труженики мышц и труженики мысли — должны сомкнуться в эту общую армию труда, чтобы добиться дальнейших плодов этих побед.

Война с внешним врагом, война с саботажем внутренним, самая свобода — все это только средства; цель — процветание и счастье народа, а они создаются только производительным трудом. Работать, работать, работать! Вот призывный клич, который должен раздаваться с утра и до вечера и с края до края многострадальной страны, имеющей законное право гордиться тем, что она уже совершила, но еще не получившей заслуженной награды за все свои жертвы, за все свои подвиги.

Нет в эту минуту труда мелкого, а и подавно нет труда постыдного. Есть один труд, необходимый и осмысленный...

Итак, товарищи, все за общую работу, не покладая рук, и да процветет наша Советская республика, созданная самоотверженным подвигом рабочих и крестьян и только что у нас на глазах спасенная нашей славной Красной Армией!»

А вот слова, произнесенные К. А. за несколько часов до смерти:

«Большевики, проводящие ленинизм, — я верю и убежден, — работают для счастья народа и приведут его к счастью. Я всегда был ваш и с вами. Передайте Владимиру Ильичу мое восхищение его гениальным разрешением мировых вопросов в теории и на деле. Я считаю за счастье быть его современником и свидетелем его славной деятельности. Я преклоняюсь перед ним и хочу, чтобы об этом все знали. Передайте всем товарищам мой искренний привет и пожелания дальнейшей работы для счастья человечества».

Этими словами завершается жизненный путь великого ученого, как говорил Ленин, «через данные своей науки» к коммунизму!



Глава из книги К. А. Тимирязева „Жизнь растения“

В настоящей беседе мы поставим себе задачей ознакомиться с главными чертах с жизнью листа. Эта задача будет несколько труднее и сложнее предшествовавшей, потому что едва ли о каком органе растения существуют такие неполные и ложные понятия в среде людей, незнакомых с наукой. Ни один растительный орган не испытывал на себе человеческой несправедливости в такой степени, как лист. В течение веков, до конца прошлого столетия, человек упорно отказывался видеть в нем прямую пользу. Тогда как польза корня как органа питания, цветка и семени как органов размножения была неоспоримо признана за ними с незапамятных времен, лист продолжал пользоваться легкомысленной славой пышного, но бесполезного наряда; много, много, если в нем соглашались видеть орган для извержения вредных испарений. А между тем, как мы вскоре увидим, лист, так же как и корень, необходим для питания растения; мало того, он-то именно и доставляет главную, в количественном и качественном отношении, пищу растения; можно сказать, что в жизни листа выражается самая сущность растительной жизни, что растение — это лист.

Неверность так долго господствовавшего воззрения на лист и его значение вполне объясняется своеобразием процессов питания, совершающихся в этом органе и несколько не похожих ни по природе пищи, ни по способу ее принятия на явления питания в животном организме, которые невольно представляются уму, когда мы употребляем это выражение. Но потому именно эти процессы составляют наиболее характеристическую особенность растения, как мы скажем, самую сущность растительной жизни.

Какие же вещества принимает лист? Что служит ему пищей? Ответ на это у нас уже отчасти готов. Очевидно, те вещества, которые, входя в состав растения, не доставляются ему корнем.

Мы видели, что из одиннадцати перечисленных элементов (двенадцатый, кремний, не оказался необходимым) семь элементов золь: фосфор, сера, хлор, калий, кальций, магний и железо, а также азот поступают через корень. Кроме того, тем же путем поступает вода, значит — водород и кислород. Остается углерод, эта основа всякого органического вещества. О нем в

наших искусственных культурах мы несколько не заботились, воспитывая растения, содержащие в тысячи, в десятки тысяч раз более углерода, чем его было во взятом для опыта семени. Ведь углерод составляет количественно самую важную часть растения (около 45%), и, однако, этого-то вещества мы не только не доставляли корням, но даже систематически его изгоняли из окружающей их среды. Значит, растение может жить, не получая углерода через корень. Другой вопрос: получает ли оно его этим путем в действительности, т. е. при естественных условиях существования? Понятно, что сказать: растение может не получать углерода корнями, не значит еще сказать: растение не может получать углерода корнями, хотя эту ошибку делают нередко. До настоящего времени не доказано, чтобы растение не могло заимствовать своего углерода и от органического вещества почвы. Обсуждение этого вопроса завлекло бы нас слишком далеко; да и к тому же он представляет мало интереса, так как не трудно показать, что если бы этот углерод и принимал участие в жизни растения, то это участие должно быть ничтожно и едва ли заслуживает внимания. В самом деле, если бы растение извлекало свой углерод исключительно или даже главным образом из органического вещества почвы, то почва, покрытая растительностью, продукты которой так или иначе уходят, должна бы со временем становиться беднее перегноем; но ежедневный опыт учит, что, наоборот, почва под полем, лугом или лесом становится богаче перегноем. При культуре в поле мы ежегодно вывозим с поля более органического вещества в виде жатвы, чем вносим в почву в виде удобрений, и, однако, почва, тщательно унавоживаемая, становится богаче перегноем. Очевидно, что растение в итоге не только не извлекает из почвы, но даже вносит в нее органическое вещество, значит, во всяком случае, главный источник углерода растения находится не в почве. А если не в почве, то, значит, в воздухе; а если в воздухе, то он, вероятно, принимается органом по преимуществу воздушным — листом. Посмотрим, какой же это источник углеродистой пищи существует в воздухе и как принимается он растением.

Атмосферный воздух, кроме азота и кислорода, содержит еще очень небольшое количество углекислоты, несколько десятитысячных. Эта угле-

кислота состоит из углерода и кислорода. Следовательно, этот бесцветный газ, ничем по виду не отличающийся от воздуха, содержит частицы угля. Хотя я убежден, что никто не сомневается в справедливости этого факта, но тем не менее во всяком факте следует по возможности убеждаться собственными глазами, а на этот раз это легко осуществить. Для того, чтобы обнаружить присутствие углерода в углекислоте, необходимо отнять у нее кислород. Этого можно достигнуть, заставив кислород соединиться с каким-нибудь телом, обладающим еще большим к нему сродством. Таков, например, металл магний, проволока из которого сгорает, распространяя ослепительный свет. Зажигаю проволоку и опускаю ее в стеклянную банку, заключающую обыкновенный воздух; проволока сгорает, и на дно падает совершенно белая зола; это — магnezия, соединение металла магния с кислородом. Повторяю тот же опыт, но на этот раз погружаю горящую проволоку в сосуд с углекислотой; теперь она уже вынуждена добывать себе кислород, отнимая его у углерода, и этот последний должен обнаружиться. И, действительно, на этот раз проволока горит не тихо, а с треском, как бы с целым рядом маленьких взрывов, а на стенках стеклянного сосуда осаждается черная копоть. Это — освободившийся углерод.

Итак, в атмосферном воздухе, в невидимой для глаза форме, постоянно присутствует громадный запас углерода.

Углекислота содержится и во всякой воде, находящейся в прикосновении с атмосферным воздухом. Отсюда и заимствуют ее подводные растения. Над этими или вообще над погруженными в воду листьями, хотя бы и не водяных растений, всего удобнее убедиться в существовании обмена между листом и растворенным в воде газом. Вот несколько опытов, которые легко произвести в любое ясное солнечное утро.

Нарвем побольше листьев и, не дав им завянуть, поместим их под стеклянный колокол, наполненный доверху водой и опрокинутый в стеклянный сосуд (фиг. 1). Понятно, мы проделываем это в ведре с водой, в которое удобно погрузить и колпак и сосуд. Если вода была взята обыкновенная, а еще лучше, если через нее до опыта пропусклась углекислота, то, выставив наш прибор на свет, мы увидим вскоре, что нижняя поверхность листьев покроется серебристым слоем (пузырьками). Если мы оставим его еще долее, то в верхней части колокола наберется значительное количество газа, а избыток воды будет вытеснен в наружный сосуд, как это изображено на фигуре 1.

Повторим рядом тот же опыт, но с водой, кипяченной или только не содержащей углекислоты. Заметим, что пузырьков газа не будет появляться. Делаем вывод: листья выделяют газ, но только тогда, когда вода содержит углекислоту.

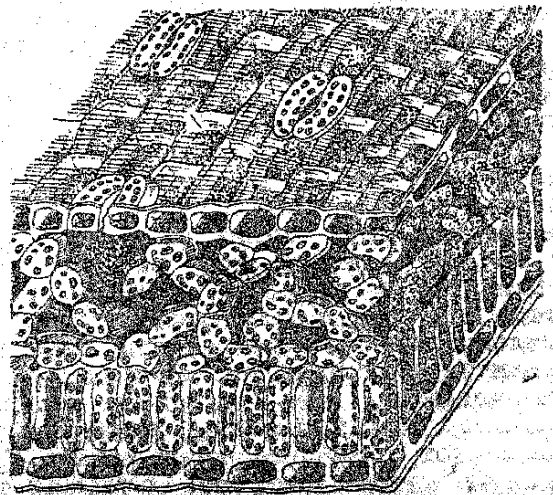
С первого взгляда поражает, почему пузырьки выделяются только с нижней стороны листа, но явление это станет понятным, как только мы познакомимся с микроскопической анатомией листа.

В каждом листе или, правильнее, собственно в его пластине мы различаем по виду две различные части, при более же тщательном исследовании — три. Две части, бросающиеся в глаза, это — нервы, или жилки, а в промежутках между ними — листовая мякоть. При тщательном анатомическом исследовании убеждаемся, что верхняя и нижняя поверхности скрыты еще особой



Фиг. 1

тканью — кожицей, которая легко отстает, так что при известной обработке листа, именно, дав ему вылежаться в воде, мы можем распластать его на три слоя: верхнюю кожицу, среднюю часть и нижнюю кожицу. Из этой средней части, состоящей из жилок и мякоти, мякоть можно удалить, постукивая осторожно мягкой щеточкой, и тогда получаем изысканную, тонкую и прозрачную, как паутинка, сетку этих жилок, или нервов. О значении этой части листа мы будем говорить впоследствии, а пока обратим внимание исключительно на мякоть и кожицу. Кожица состоит из одного слоя клеточек, расположенных в одной плоскости; мякоть же образует рыхлую губчатую ткань со значительными промежутками, наполненными воздухом. Поэтому листья плавают на воде, но если из них, под водой, выкачать воздух, то они потонут и в то же время сделаются более темными, прозрачными; это зависит от того, что воздух в промежутках между клеточками замещен водой. После этих предварительных объяснений нам станет понятен этот рисунок, изображающий в увеличенном и несколько схематическом виде четырехугольный кусочек, выкроенный из листа, где-нибудь в промежутке между жилками (фиг. 2). Здесь видны две плоскости разреза, долевая и поперечная, и нижняя поверхность листа. Мякоть состоит из клеточек двойного рода: в верхней части листа они имеют столбчатый вид и расположены наподобие частокола, вертикально к поверхности листа; в остальной части листа клеточки разнообразной и неправиль-



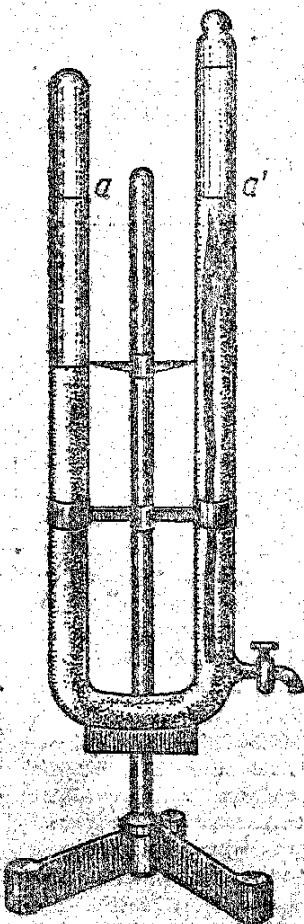
Фиг. 2

ной формы, остающиеся между собой значительные промежутки. Все клеточки мякоти, но в особенности столбчатые, содержат мелкие зеленые крупинки; к ним мы вернемся позднее, здесь же только кстати заметим, что лист, равно как и все зеленые растения, сам по себе бесцветен и своим цветом обязан этим крупинкам. Такова мякоть листа. Кожица, которую мы видим здесь и в плоскости и в разрезе, состоит из плоских, продолговатых, почти табличных клеточек. Между этими клеточками на нижней поверхности разбросаны какие-то особой формы органы, — один из них пришелся на краю разреза и перерезан пополам. Мы видим, что он состоит из двух изогнутых дугой клеточек, окаймляющих продолговатую щель. Это, следовательно, отверстия отдушины в нижней кожице, ведущие во внутренность листа. Органы эти получили название устьиц. Число их громадно; так, на одном листе липы их более миллиона, и эта цифра не должна возбуждать недоверия, потому что способ вычисления очень прост и точен. Присутствие этих органов преимущественно на нижней поверхности листьев объясняет нам, почему в большей части случаев, в опытах, подобных выше нами описанным, выделение газа наблюдается на нижней поверхности листьев. Об этих устьицах нам еще придется поговорить.

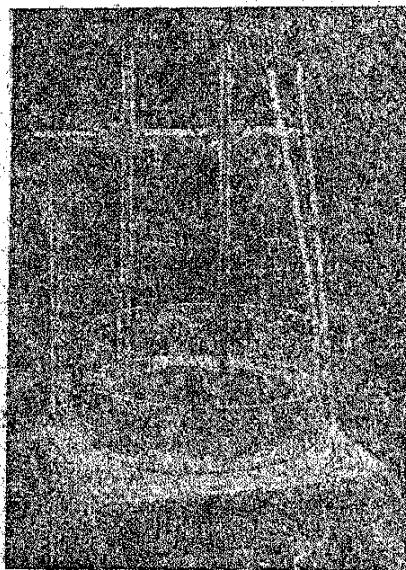
Посмотрим теперь, какой же это газ выделяется из листа, когда на него действует солнечный свет. Для этого стоит подождать, пока под колпаком (фиг. 1) наберется достаточное количество газа, и тогда, соблюдая некоторые предосторожности, вынув пробку, просунуть в горлышко едва тлеющую лучинку; она мгновенно вспыхнет и будет гореть, разбрасывая искры. Это — несомненный признак кислорода; следовательно, воз-

дух, выделенный листьями, — кислород или очень богат этим газом. Но мы уже видели, что опыт идет успешно только тогда, когда в воде растворена углекислота. Рождается вопрос, не существует ли прямой связи между присутствием углекислоты и появлением кислорода. Наш опыт, очевидно, не дает на него прямого ответа. Для того, чтобы узнать участь углекислоты, сообщаем ему такую форму. Возьмем прибор, состоящий из трубки подковообразной формы (фиг. 3), с одним коленом глухим, а другим, закрывающимся притертой пробкой. В трубку наливаем воды и пропускаем углекислоту так, чтобы она занимала в левом глухом колене пространство до подвижного значка, прикрепленного к штативу (как показано на чертеже). В первое открытое колено погружаем длинный лист злака и, доливая колено водой до самого края, закрываем пробкой так, чтобы под ней не осталось ни малейшего пузырька воздуха. Затем выставляем прибор на свет. Обнаруживается уже знакомое нам явление: лист покрывается мельчайшими пузырьками; пузырьки, достигнув известной величины, поднимаются в верхнюю часть трубки; там накапливается заметное и постоянно увеличивающееся количество газа. Между тем как объем газа в правом колене будет расти, в левом — объем углекислоты будет уменьшаться. Когда уровень воды в правом будет при a' , в левом он будет уже при a . Газ в правом колене, очевидно, кислород, но для большей уверенности мы можем вынуть пробку и испробовать его лучинкой. Убедившись, что это кислород, вновь доливаем трубку водой, вновь повторяем опыт. Снова появится известное количество кислорода, а в другом колене исчезнет соответствующее количество углекислоты. Мы знаем, что это углекислота, потому что сами ее туда пропустили, но для большей убедительности, после нескольких подобных опытов, вновь доливая правое колено водой, закрываем пробкой и, оборотив всю трубку, переводим остаток газа из левого колена в правое. Если затем мы испробуем этот газ, то убедимся, что не только тлеющая лучина не будет вспыхивать, но даже горящая будет тухнуть. Значит, этот газ был и остался углекислотой. Ход опыта легко понять: углекислота в левом колене постоянно растворяется в воде, но этот раствор ее при действии листа в правом колене разлагается и выделяет кислород. Вследствие этого растворяется новое количество углекислоты и т. д. Этот опыт доказывает нам, правда не в особенно точной, но зато очень наглядной форме, тот факт, что углекислота, проходя из одного колена в другое мимо листа, превращается в кислород, т. е. разлагается, и при этом объемы исчезающей с одного конца углекислоты и появляющегося с другого конца кислорода приблизительно равны. Так как химия учит нас, что при сгорании углерода в кислороде, при образовании углекислоты, известный объем кислорода образует равный объем углекислоты, то оказывается, что в нашем опыте углекислота разлагается нацело, весь кислород ее выделяется, а весь углерод остается в растении.

Тот же опыт еще нагляднее можно сделать над одним листом — над большим плавающим листом белой водяной лилии или желтой кубышки. Эти водяные растения имеют ту особенность, что устьица у них распределены на верхней, сообщаемой с воздухом поверхности их пла-



Фиг. 3



Фиг. 4

Так называемый прибор Гофмана, очень употребительный при наглядном преподавании химии.

вающих листьев, а воздушные полости, находящиеся под устьицами, сообщаются с такими же полостями пластины и длинного черешка. Помещаем такой лист в широкий сосуд с водой так, чтобы пластина плавала на поверхности, а черешок пропускаем в длинную, наполненную водой трубку с делениями. Как только мы поставим трубку вертикально, из среза черешка начнут выделяться пузырьки, и трубка быстро наполняется воздухом, пока вода в ней установится на том же уровне, как и в широком сосуде. Это выделение воздуха, поступающего в устьица и выделяющегося из среза черешка, доказывает, что, пока уровень воды в трубке выше, чем в наружном сосуде, давление на этот срез менее воздушного. Наполнив снова трубку водой и вдвинув в нее черешок, пластину погружаем под воду и загружаем ее стеклянной пластинкой с вырезом для черешка (другая такая пластинка показана на рисунке справа от широкого сосуда, фиг. 4). Для первого опыта мы возьмем воду прокипяченную, не содержащую, следовательно, углекислоты. При этом мы ничего не заметим. Тогда приливаем воды, содержащей углекислый газ (например, обыкновенной сельтерской), и покрываем широкий сосуд папкой так, чтобы на лист не падало солнечного света, и снова ничего не замечаем. Но как только мы снимаем папку и солнечный свет упадет на пластинку, из среза черешка побежит вереница крупных пузырьков воздуха. Набравшийся воздух мы можем измерять, для чего трубка и снабжена делениями. Из того, что мы уже знаем, мы заключаем, что этот газ, выделяющийся только в присутствии углекислоты и только под влиянием света, должен быть кислород. Осторожно вытянув из трубки черешок, мы закрываем ее отверстие и опрокидываем ее, заботясь, чтобы отверстие оставалось все время закрытым. Берем узкую прямую лучинку, — особенно удобно для этого распаривать деревянные шторы, — две такие лучинки показаны на рисунке. Зажигаем ее и гасим, так чтобы на конце остался тлеющий уголек. Отнимая осторожно палец, закрывающий отверстие трубки, вводим в нее тлеющую лучину. Она вспыхивает с легким треском ярким белым пламенем; это — признак кислорода или во всяком случае смеси, более богатой кислородом, чем воздух. Вытянем осторожно лучинку из трубки, быстро закрыв ее отверстие пальцем. Снова зажигаем и гасим лучинку, и пока на ней еще сохраняется красный уголек, вновь вводим ее в трубку; она снова вспыхивает, и так хоть до десяти раз, пока не истощится избыток кислорода. Таким образом, на одном листе и в несколько минут можно доказать тот основной факт, что, выставленный на солнечный свет, он превращает углекислоту в кислород.

...До сих пор мы занимались изучением разложения углекислоты растениями, погруженными в воду; такая форма опыта наиболее удобна для первоначального ознакомления с этим явлением, так как делает вполне наглядным выделение газов растением; нам необходимо теперь проверить, происходит ли подобное разложение и в прикосновении листа с воздухом, содержащим углекислоту.

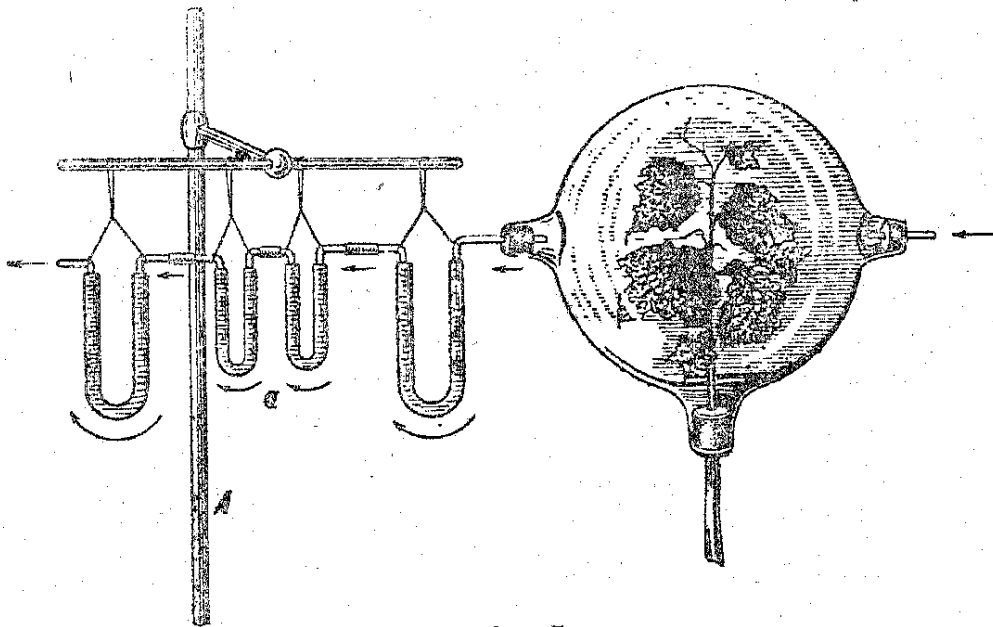
Вот наиболее простая и грубая форма подобного опыта, та самая, в которой это явление было в первый раз обнаружено сто лет тому назад знаменитым Пристли. Берем стеклянную банку (как на фиг. 1), наливаем на дно ее немного воды и ставим небольшой зажженный огарок

(само собою понятно, такой величины, чтобы он торчал из воды). Накрываем этот огарок таким же стеклянным колоколом, как на фиг. 1, так, чтобы он погружался краем в воду на дне банки. Таким образом, воздух под колоколом будет замкнут, отделен от внешней атмосферы слоем воды. Некоторое время огарок будет продолжать гореть под колоколом и затем потухнет. Значит под колоколом недостает более кислорода для поддержания горения, — он заменен углекислотой, образовавшейся вследствие горения. Если бы теперь мы ввели под колокол (через горлышко) горящую лучину, то она, очевидно, потухла бы, как и огарок. Но если мы осторожно пропустим под колокол через воду зеленую ветвь или несколько листьев и выставим весь прибор на продолжительное время на свет, то убедимся, что после того горящая лучина будет продолжать гореть и под колоколом, — значит, в нем вновь появился кислород, которого прежде не было. Растение, очевидно, превратило в кислород углекислоту, образованную горением свечи. Тот же опыт мы могли бы сделать и в другой форме: вместо свечи мы могли бы посадить под колокол мышь; когда она задохлась бы, мы имели бы доказательство, что под колоколом недостает кислорода для дыхания. Введя под него зеленую ветвь и выставив на солнце, мы сделали бы этот воздух вновь годным для дыхания, возвратив ему кислород.

Во всех до сих пор описанных опытах мы довольствовались одним качественным изучением явления превращения углекислоты в кислород при содействии растения или только приблизительной оценкой отношений между исчезающей углекислотой и появляющимся кислородом. Наука обладает и несравненно более точными количественными методами для изучения этого явления, но их описание было бы здесь неуместно, так как для этого пришлось бы вдаваться в технические подробности. Скажу только, что для этого мы пользуемся уже знакомым нам свойством углекислоты — поглощаться едкими щелочами. Положим, что мы доставляем растению или отдельному листу в замкнутом стеклянном сосуде — в стеклянной трубке с делениями — известное количество углекислоты и выставляем на свет. После опыта мы при помощи едкой щелочи определяем, сколько углекислоты осталось в трубке. Зная, сколько взято было углекислоты и сколько осталось в остатке, узнаем, сколько углекислоты исчезло, т. е. разложилось, заменилось кислородом.

Этим путем можно было разрешить множество любопытных вопросов, как, например, какое содержание углекислоты в воздухе наиболее благоприятно для растения. Оказалось, что около 8%; свыше этого количества она, повидимому, начинает действовать на растение уже вредно.

Еще один относящийся сюда вопрос заслуживает нашего внимания. Мы убедились на опыте, что растения разлагают углекислоту, которую мы им доставляли в наших приборах, но спрашивается, в праве ли мы заключить из этих опытов, что и при естественных условиях растение может разлагать углекислоту воздуха. Вспомним, что при наших опытах мы доставляли растению довольно значительное количество углекислоты, обыкновенно несколько процентов, а в воздухе ее находится всего несколько десятитысячных. Может показаться мало вероятным, чтобы растение было в состоянии разыскать и усвоить так скудно рассеянные в воздухе частицы угольной кислоты. Для разре-



Фиг. 5

шения этого вопроса известный французский ученый Буссенго сделал следующий опыт. Берем большой стеклянный шар с тремя отверстиями (фиг. 5), через нижнее отверстие которого пропущена в шар покрытая листьями ветвь винограда, сохранившая связь с лозой, следовательно находящаяся в совершенно нормальных условиях. При помощи какого-нибудь засасывающего прибора (так называемого аспиратора, описание которого сюда не относится) через стеклянный шар и сообщающийся с ним прибор, который во всей его совокупности мы пока будем обозначать буквой А, постоянно, медленно протягивается струя наружного воздуха, как это показано стрелками. В засасывающем воздухе приборе мы измеряем, сколько пропущено воздуха через шар в течение всего опыта. Сделав анализ воздуха в месте, где производится опыт, мы узнаем, сколько в нем содержится углекислоты. Зная, сколько воздуха пропущено через шар с растением, зная, сколько этот воздух содержал углекислоты, мы узнаем, какое количество углекислоты вошло в шар. Остается определить, сколько ее вышло из шара, чтобы узнать, сколько исчезло, т. е. разложено листьями. Для этой последней цели и служит прибор А. Опишу вкратце его значение, спуская опять технические подробности, так как имею в виду объяснить только основную мысль опыта, а не приемы исследования. Существенная часть этого прибора состоит из двух коленчатых стеклянных трубочек а, через которые проходит струя всасываемого воздуха и которые предназначены для поглощения углекислоты. Для этого одна из них содержит едкую щелочь в виде мелких кусочков. Если едкая щелочь поглощает углекислоту, то станет тяжелее, следовательно, стоит только, отцепив часть прибора, обозначенную буквой а, взвесить ее до опыта и после опыта. Прибыль в весе покажет нам количество углекислоты, оставшейся в воздухе после выхода из шара. Оказалось, что при благоприятных условиях освещения из шара выходил воздух, почти лишенный углекислоты. Следовательно, проходя над зеленой поверхностью освещенного растения, воздух оставляет в нем почти всю свою углекислоту, несмотря на то, что частицы ее так редко рассеяны в атмосфере, можно сказать — теряются в массе других ее составных частей. Этот результат станет нам более понятен,

если мы вспомним диффузию углекислоты в нашу искусственную клеточку. Тогда углекислота сама вторгалась в клеточку потому только, что ее там не было, но и в листе она постоянно разлагается, как бы бесследно исчезает, и потому должна, на основании законов диффузии, замещаться все новыми и новыми количествами из атмосферы. Классический опыт Буссенго был произведен более чем полвека тому назад и вследствие его хлопотливости почти не повторялся. В последние годы талантливый английский ученый Горас Броун организовал целый ряд таких опытов в еще более совершенной форме, благодаря чему ему удалось устранить и остальные сомнения. Так, все еще представлялось непонятным, каким образом растение, несмотря на ничтожность общей площади сечения микроскопических отверстий своих устьиц, успевает вычерпывать из атмосферы так скудно содержащуюся в ней углекислоту. Оказалось, что благодаря особенностям в диффузии газов (обнаружившимся в первый раз в этих опытах Бруна) углекислота проникает через эти отверстия почти в таких же количествах, как если бы поглощение совершалось всей поверхностью листа. Это дало Броуну повод к остроумной шутке, что растение обладает, повидимому, более обширными сведениями по физике, чем мы готовы допустить. Оказалось также, что при увеличении содержания углекислоты от обычных 2/10000 до 1/1000 и количество ее, разлагаемое растением, возросло почти в пять раз, из чего мы с еще большей уверенностью, чем прежде, можем заключить, как успешно растение может использовать атмосферную углекислоту, доступную ему в таких, казалось бы, неувольнимых количествах.



Приходя в прикосновение с зеленой, освещенной солнцем поверхностью растения, углекислота разлагается, ее кислород освобождается, а углерод слагается в растении. Постараемся теперь проследить дальнейшую судьбу этого углерода в растении. Для этого обратимся опять к микроскопу. Все без исключения наблюдения и опыты над этим явлением приводят к заключению, что процесс этот происходит только в зеленых частях растения. Если орган не зеленый, то мы

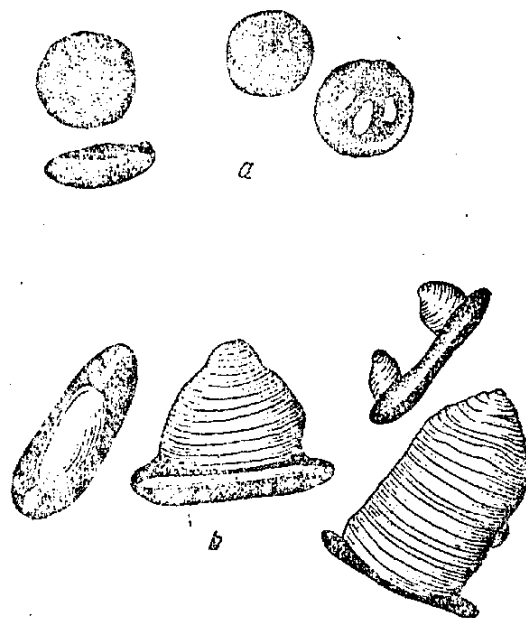
можем безошибочно сказать, что он не разлагает углекислоты, а если же он ее разлагает, то он наверное содержит зеленое вещество, скрытое, замаскированное другими красящими началами. Эти зеленые зерна, с которыми мы познакомились, говоря о листе, этот, так называемый, хлорофилл представляет нам орган, в котором совершается процесс разложения углекислоты. Вне его в растении не происходит усвоения углерода.

Посмотрим, что же мы знаем об этом хлорофилле.

Он встречается в клеточках, как мы уже видели в форме крупинок, а также в форме палочек (фиг. 6) ¹, лент и пр. Если мы выдержим какое-нибудь растение несколько времени в темноте и затем будем наблюдать под микроскопом эти крупинки, то их строение представится нам совершенно однообразным; внутри их не будет заключаться никаких отложений (фиг. 6 а, влево). Но если мы затем выставим растение на свет, в обыкновенном воздухе или воде, то увидим, что по прошествии известного времени, иногда нескольких минут, в них покажутся мелкие зернышки (фиг. 6, а, вправо). У некоторых растений зернышки эти с течением времени увеличиваются, выставляются наружу и продолжают расти своей частью, прилегающей к хлорофилловой крупинке (фиг. 6, б). В таком случае они проявляют слоистое строение, характеристическое для зерен крахмала. Мы узнаем в них крахмал, но для этого нам нет надобности даже дожидаться, чтоб они выросли; в зернышке, только что появившемся в виде точки, мы уже можем узнать крахмал, если прибегнем к знакомой нам микроскопической реакции, если окрасим его в синий цвет иодом.

Значит, в крупинке хлорофилла образуется крахмал, который продолжает расти в точках соприкосновения с хлорофиллом. Мы легко можем доказать, что это образование крахмала находится в связи с разложением углекислоты, что оно является его результатом. Во-первых, когда атмосфера или вода не содержит углекислоты, крахмала в хлорофилле не образуется; во-вторых, в темноте его также не образуется, — следовательно, для образования его в хлорофилле необходимо присутствие углекислоты и условие ее разложения, т. е. свет.

Мы еще более убеждаемся в том, что крахмал и есть то искомое вещество, которое образуется из углерода углекислоты, когда припомним его состав. Он может служить типическим представителем углеводов, а в таком случае мы можем объяснить его происхождение следующим образом. В клеточках есть всегда вода; но если от воды и углекислоты отнять весь кислород этой последней, то в остатке получится углевод, т. е. как бы соединение углерода с водой. Таковы известные нам факты; но должно заметить, что наши сведения по этому предмету еще далеко не полны. Мы знаем, что клеточка получает углекислоту и воду, выделяет кислород, образует углевод; знаем, что эти процессы находятся в необходимой причинной связи, совершаются в том же хлорофилловом зерне и следуют один за другим с поразительной быстротой. Но как это происходит: откуда берется кислород, весь ли из углекислоты или частью из воды, что даже вероятнее, и не предшествует ли образованию крахмала образованию других, более простых, а



Фиг. 6

может быть и более сложных соединений, — ничего этого мы пока в точности не знаем, и здесь, конечно, не место вдаваться в гадательные толкования этих явлений, не разъясненных еще вполне наукой.

Как бы то ни было, наблюдая эти процессы разложения углекислоты и образования крахмала, мы не должны забывать, что присутствуем при одном из важнейших явлений в жизни не только листа, не только растения, но всего органического мира. Это превращение простых неорганических веществ, углекислоты и воды, в органическое, в крахмал, есть единственный, существующий на нашей планете, естественный процесс образования органического вещества. Все органические вещества, как бы они ни были разнообразны, где бы они ни встречались, в растении ли, в животном или человеке, прошли через лист, произошли из веществ, выработанных листом. Вне листа или, вернее, вне хлорофиллового зерна в природе не существует лаборатории, где бы выделялось органическое вещество. Во всех других органах и организмах оно превращается, преобразуется, только здесь оно образуется вновь из вещества неорганического.

Из этого крахмала образуется, например, растворимый сахар, который, странствуя из клеточки в клеточку, достигает отдаленнейших частей растения; из этого сахара образуется клеточка, этот твердый остов растения; наконец, из этого же сахара и неорганического вещества, аммиака, могут образоваться самые сложные органические вещества — белковые.

Итак, в листе усваивается углерод, происходит процесс образования углеродистого органического вещества, снабжающий им не только растение, но и все животное царство; мы, значит, доискались до источника углерода в растении и разъяснили, как он проник туда. Этим разъясняется первая сторона явлений питания; нам теперь известно, откуда и каким путем берутся все элементы, входящие в состав растения; углерод был последним из них.



¹ Фиг. 6: а — крупинки хлорофилла: влево без крахмала, вправо с крахмалом; б — палочки хлорофилла с последовательными стадиями образования крахмала.

До сих пор мы рассматривали деятельность листа и вообще растения исключительно с хими-

ческой точки зрения — с точки зрения превращения вещества. Исходя из основного закона химии, что вещество не создается, не исчезает, мы старались разыскать источники этого вещества, путями, которыми оно проникает в растение, и те превращения, которые оно при этом испытывает.

Но! растительное тело представляет нам не только вещество, но в то же время запас, как бы склад силы, например тепла. Одним семенем березы, сжигая его, мы не согрели бы даже на минуту избитых рук; столетней березой мы протопили бы несколько дней нашу печь. Следовательно, в березе, в течение ее жизни, накопился запас тепла, которым мы пользуемся как теплом же или как источником механической силы.

Рождается вопрос: откуда же взялось это тепло, эта сила? Это тот же вопрос, который мы ранее сделали относительно вещества. Как тогда он предполагал в нас убеждение, что вещество не исчезает, не создается, так и теперь мы должны быть наперед убеждены, что и сила не создается, не исчезает. И действительно, как химики в прошлом столетии пришли к убеждению в неуничтожаемости вещества, так физики в настоящем пришли к убеждению в сохранении силы. Силы природы могут бесконечно видоизменяться, превращаясь одна в другую или скрываясь, переходя в состояние напряжения, но никогда не уничтожаясь, не возникая вновь. Для обозначения этих двух состояний силы — явной, обнаруживающейся в явлениях движения, и скрытой, тающейся в виде напряжения, — мы употребляем более общее выражение — энергия.

Спрашивается: какое же это скрытое состояние энергии, т. е. теплоты, в наших дровах, и откуда взялась эта теплота, так как она не могла возникнуть сама собой? Для того, чтобы выяснить это, мы должны вновь взглянуть на знакомые нам химические явления, совершающиеся в листе, но с чисто физической точки зрения — с точки зрения совершающегося здесь превращения энергии.

Все химические явления могут быть разделены на две категории: на такие, при которых появляется, освобождается теплота, свет, электричество, — одним словом, энергия, и на такие, при которых, наоборот, поглощается, скрывается энергия.

Первые явления совершаются сами собой или нуждаются в ничтожном толчке для того, чтобы совершиться; вторые, наоборот, нуждаются в постороннем источнике энергии, которая при этом затрачивается, поглощается.

К числу первых принадлежит большая часть явлений химического соединения; к числу последних — большая часть явлений химического разложения.

Простейшим примером химического соединения может служить соединение с кислородом, т. е. горение; простейшим примером разложения — явление, обратное горению, т. е. отнятие у тела кислорода, так называемое восстановление.

То, что происходит при химическом соединении и разложении, при горении и восстановлении, мы можем пояснить себе наглядным образом при помощи простой модели, состоящей из двух свинцовых шариков, подвешенных на ниточках.

Причина всякого химического соединения лежит в том, что разнородные тела одарены стремлением, своего рода тяготением друг к другу. Это стремление мы называем химическим

сродством. Частицы углерода и кислорода стремятся навстречу друг другу, как вот эти шары, если я их раздвину и предоставляю самим себе. Но мы знаем, что при ударе тел развивается теплота, а иногда и свет. Теплота и свет, развивающиеся от удара, от невидимых столкновений между частицами углерода и водорода с частицами кислорода, и есть та теплота и тот свет, которые мы наблюдаем в горящем пламени.

Мы усматриваем, таким образом, причину, почему химическое соединение идет само собой и почему при этом развивается теплота. Соединяясь, химические элементы только повинуются своему взаимному стремлению, как наши падающие шары, а, столкнувшись, от удара нагреваются, освобождают теплоту.

Совсем иное дело — явления разложения. Для того, чтобы разложить химическое соединение, — в нашем сравнении для того, чтобы раздвинуть эти шары, — я должен приложить силу, должен затратить известное количество энергии, такое же количество энергии, какое проявится потом при ударе тел, когда я их предоставляю самим себе. Это равенство энергии, затрачиваемой на разложение и проявляющейся при соединении, легко доказать на нашем механическом сравнении. В самом деле, для того, чтобы удалить один шар от другого, я должен его поднять, преодолеть при этом силу тяжести; о количестве затраченной на это энергии я сужу по произведенной мной работе, эта работа измеряется произведением из веса шара на высоту поднятия. Но и в момент удара о другой шар падающий шар обладает энергией, достаточной для поднятия шара такого же веса на такую же высоту. Мы это заключаем из того, что если бы он не встретил другого шара, то сам, подобно маятнику, отшатнулся бы на другую сторону и на такую же высоту, т. е. поднял бы свой собственный вес на такую же высоту, с какой только что упал. Итак, для того, чтобы разъединить, разорвать связь, чтобы оказать противодействие сродству двух химических тел, нужно затратить такое же количество энергии, какое освобождается при их соединении. Если известное количество углерода, сгорая в кислороде, освобождает, скажем, 1000 единиц тепла, то для того, чтобы выделить обратно этот углерод из образовавшейся углекислоты, порвать его связь с кислородом, необходимо затратить те же 1000 единиц тепла. И действительно, мы видим, что разложить углекислоту, выделить из нее углерод, нам удалось, только подвергая ее высокой температуре горящего магния. Этот случай разложения углекислоты магнием не может, впрочем, служить примером простого разложения, так как при нем одновременно происходит и соединение магния с кислородом. Химики, действительно, долгое время полагали, что разложение таких прочных соединений, каковы углекислота или вода, и не может совершиться иначе, как при содействии третьего тела, обладающего более сильным сродством с кислородом, но в сравнительно недавнее время они убедились, что и действия одной теплоты достаточно для того, чтобы вызвать разложение, или, как говорят, диссоциацию углекислоты и воды. Теплота, как учит современная физика, есть не что иное, как движение — быстрое, невидимое, но ощущаемое сотрясение частиц тела. Нагревая какое-нибудь сложное тело до очень высокой температуры, мы приводим его частицы в такое состояние, до того распатываем их, что, наконец, между ними порывается взаимная связь — вызывается разложение; так, например,

при очень высокой температуре мы уже не имеем водяного пара или газа, а смесь водорода и кислорода.

При разложении поглощается, затрачивается энергия. Но куда девается эта затраченная на разложение энергия? Исчезнуть она не может, — это противоречило бы закону сохранения энергии. Она при этом переходит в скрытое состояние напряжения или запаса. Примеры запаса энергии в сфере механических явлений всякому знакомы: чугунная баба, готовая упасть на вогнутую в землю сваю, натянутый лук, готовый метнуть стрелу, — все это вполне понятные, случаи запаса энергии в виде напряжения. Но то же выражение на первый раз звучит как-то странно в применении к свету, теплоте. Можно ли запастись такую силу, как свет или теплота? Мог ли я, например, уловить и спрятать на завтра часть той теплоты и света, которые освободились при горении магниевой проволоки? Не только мог, но даже сделал. Когда я окунул горящую проволоку в сосуд с углекислотой, я затратил часть этой энергии на разложение углекислоты, на выделение углерода. Этот углерод я мог сжечь завтра или завещать его отдаленному потомству, и оно, сжигая его, воспользуется тем светом и теплотой, которые мы сберегли, запасли сегодня, затратив их на разложение углекислоты.

Значит, углерод или вообще всякое горючее тело (дрова в печи, пища в нашем теле), разъединенное, но стремящееся срединиться с кислородом, представляет запас энергии. Следовательно, во всяком химическом процессе, в котором тело, не способное гореть, превращается в тело, способное гореть, делается запас энергии.

В окончательном выводе мы приходим к заключению, что, во-первых, разложение углекислоты, выделение из нее углерода может происходить не иначе, как при затрате внешней силы, и, во-вторых, что сила, при этом затраченная, переходит в состояние запаса.

Вооружившись этими двумя положениями, обратимся к нашему листу.

В нем именно происходит подобный процесс. Из не способной к горению углекислоты образуется горючий крахмал, древесина и пр. Ясно, что этот процесс не может совершаться иначе, как при содействии внешнего источника силы.

И, действительно, я уже не раз повторял, что разложение углекислоты происходит только при свете, что деятельность листа начинается только с той минуты, когда на него упадет луч солнца.

Этот луч и есть та сила, которая вызывает разложение углекислоты и при этом поглощается, слагается в запас. Чтобы это не показалось странным, сравним явления световые с явлениями тепловыми. Мы видим, что теплота есть движение, которое, распатывая частицы тела, вызывает его разложение. Но свет есть также движение, правильное, волнообразное движение. Следующее, конечно грубое, сравнение поможет нам выяснить разлагающее действие света. Представим себе, что на гладкой поверхности воды плавают рядом два легких тела, два деревянных шара. Неподалеку от них мы бросим в воду камень; от него пойдут круги, и каждый раз, как новая волна будет пробегать под плавающими шарами, взбрасывая на гребень один, погружая в ложбину другой, она будет разъединять их, порывать между ними связь. Камень, дающий круги, — это солнце, от которого постоянными, расходящимися в бесконечность кругами бегут световые волны, с тем только различием, что эти волны пробегают в секунду 290 000 верст, что

они так часты и мелки, что на одном дюйме их помещается средним числом 50 000.

Эти-то почти немыслимо быстро чередующиеся волны, ударяясь в листе о еще более мелкие атомы углерода и кислорода, соединенные в углекислоту, распатывают их, порывают связь между ними, кислород освобождается, а углерод тотчас вступает в другие соединения. Первое из них, о существовании которого мы узнаем при помощи микроскопа, — крахмал.

Только что мы видели, как можно сохранить впрок теплоту и свет горящего магния. То же оправдывается и относительно солнечного луча. Просто схватить и спрятать луч солнца мы не в состоянии, но зато с этой целью мы выращиваем растения, которые своими листьями не только извлекают углерод из воздуха, но вместе с этим углеродом поглощают и слагают в запас сгоревший в этом углероде луч солнца. В дровах нас греет луч летнего солнца; он же в длинный зимний вечер светит в лучине нашего крестьянина и в нашей свече.

Так как лист служит главным образом для улавливания света, то нам становится понятным физиологическое значение его преобладающего развития в плоскости: ему выгоднее иметь плоскую, чем какую иную форму. Величина всей этой поглощающей свет листовой поверхности у некоторых растений до восьмидесяти раз более занимаемой ими площади земли.

Только теперь мы в состоянии оценить вполне значение процессов, совершающихся в листе. С одной стороны, это — процесс усвоения одного из важнейших составных начал растений — углерода — и в то же время процесс превращения неорганического вещества в органическое. Как мы сказали, все органическое вещество, встречающееся в растениях и в животных, прямо или косвенно происходит из листа; с другой стороны, в листе совершается тот процесс, который вызывает существование всего органического мира с солнцем. Лист служит как бы посредником между любым проявлением энергии в органическом мире и солнцем — этим общим источником энергии. Запасом солнечной энергии, поглощенной растением, пользуется не только само растение, но и все животное царство и человек. Мы видели, что прорастающее зерно нагревается; но откуда же взялась эта теплота? Она произошла от дыхания, от сжигания части органического вещества, завещанного семени материнским растением. Но ведь на образование этого органического вещества затрачена была энергия солнечного луча, — следовательно, прорастающее в земле семя пользуется теплотой солнечного луча, поглощенной взрослым растением. Точно так же и мы, принимая в пищу органическое вещество, вместе с тем поглощаем сохраненный в нем солнечный луч и употребляем его на то, чтобы согреть или приводить в движение свое тело.

Значит, лист, в котором мы признали уже единственную естественную лабораторию, где готовится органическое вещество на оба царства природы, тот же лист и в том же самом процессе усвоения углерода запасает на них энергию солнечного луча, становится, таким образом, источником силы, проводником тепла и света для всего органического мира.

До сих пор мы говорили в общих выражениях: в листе разлагается углекислота; в листе поглощается солнечный свет и т. д. Но мы имеем право выразиться гораздо определеннее: в отличие от усвоения других питательных веществ по от-

ношению к усвоению углерода мы можем вполне определенно указать тот микроскопический очаг, в котором происходит этот процесс. Это — зеленое хлорофилловое зерно. Мы можем со всей железной точностью убедиться в том, что лучи солнца действительно поглощаются хлорофиллом и что именно эти поглощенные лучи вызывают разложение углекислоты, как первый акт усвоения углерода, и образование крахмала, как его последний акт. Таким образом, зеленый цвет, зависящий от своеобразного поглощения света зернами хлорофилла, является не случайным свойством растения, а тесно связан с самым существенным процессом его питания. Не лист как целое, а именно сообщаемое ему зеленый цвет хлорофиллового зерна служит, как мы выражались ранее, посредником между всей жизнью на земле и солнцем.

Мы ознакомились с отправлением зеленого листа. Все растения, лишенные зеленых частей, не способны к нему, не способны сами для себя вырабатывать органическое вещество из углекислоты, а вынуждены жить на счет органического вещества, выработанного другими растениями. Таковы, например, грибы, как те, которые мы привыкли называть этим именем, так и те микроскопические грибы, которые мы называем обыкновенно плесенью. Они могут существовать только на почве, содержащей готовое органическое вещество; всякая попытка воспитать их в среде, не содержащей его, как мы это делали с зелеными растениями, оказалась бы бесплодной. Сюда же относятся и так называемые чужеродные растения, которые, присасываясь к стеблям и корням других растений, питаются на их счет; такова, например, заразиха, появляющаяся на корнях конопли; такова повилика (*Cuscuta*), обвивающаяся вокруг стеблей хмеля, льна, клевера, присасывающаяся к ним и под конец совсем их истощающая. Все эти растения или имеют вместо листьев невзрачные, не зеленые чешуйки или вовсе не имеют листьев. Эти растения, не способные к самостоятельному существованию, а сосущие соки из других растений, мы называем вообще паразитами. Все они, а в особенности мелкие паразитные грибки, причиняющие различные болезни растениям, составляют истинный бич земледельца, нередко вырывая у него из рук целые жатвы.



Таково значение листа. Его деятельность снабжает необходимым веществом и необходимой силой весь органический мир, не исключая человека, и несмотря на то, как сказано выше, в течение веков человек упорно отказывался признать за ним роль не только необходимого, но даже полезного органа.

Эта вековая несправедливость, эта черная неблагодарность освящена даже поэзией. Каждый из нас, конечно, еще с детства знает басню Крылова «Листы и корни», и, однако, эта басня основана на совершенно ошибочном понимании естественного значения листа. Крылов оклеветал в ней листья, и потому в качестве ботаника, значит, адвоката растения, я возьму на себя их защиту и попытаюсь предложить, взамен крыловской, другую басню, конечно, менее поэтическую, но зато более согласную с природой и заключаю-

щую более строгую мораль. Смысл крыловской басни всякому известен. Корни — это те,

Чьи работают грубые руки,
Предоставив почтительно нам
Погружаться в искусства, в науки,
Предаваться страстям и мечтам.

«Корни — это тот «темный люд»,

Кто бредет по житейской дороге
В безрассветной глубокой ночи.

Листья — это мы, «погружающиеся в искусства, в науки», мы, пользующиеся воздухом и светом и на досуге «преддающиеся страстям и мечтам». Признавая только за корнями трудную, производительную деятельность, Крылов видит в листьях один блестящий, но бесполезный наряд и, выставя им на вид всю пустоту их существования, требует от них, чтобы они хоть были благодарны своим корням.

Но справедливо ли такое мнение? Точно ли листья, настоящие зеленые листья, существуют для того только, чтобы шептаться с зефирами, чтобы давать приют пастушкам и пастушкам? Точно ли листья одной благодарностью в состоянии платить корням за их услуги? Мы знаем, что это не верно. Мы знаем теперь, что лист не менее корня питает растение. В прошедшей беседе мы видели, что случилось с листьями и всем растением, которому корни отказали в том железе, которое они с таким трудом добывают из земли. В следующей мы увидим, что случилось бы и с корнем, если бы ему листья отказали в той воздушной, неосозаемой пище, которую они добывают при помощи света.

Итак, листья Крылова совсем не похожи на настоящие листья; если сравнение с его бесполезными листьями может быть только позорно и оскорбительно, то сравнение с настоящими листьями вполне лестно.

Но если изменяется содержание басни, изменяется и ее мораль. Какую же мораль выведем мы из нашей басни? Мораль эта может быть одна. Если мы желаем принять на свой счет сравнение с листом, то мы должны принять его со всеми его последствиями. Как листья, мы должны служить для наших корней источниками силы — силы знания, той силы, без которой порой беспомощно опускаются самые могучие руки. Как листья, мы должны служить для наших корней проводниками света — света науки, того света, без которого нередко погибают во мраке самые честные усилия.

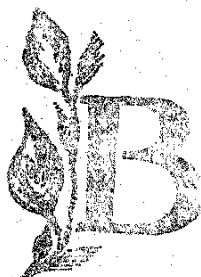
Если же мы отклоним от себя это назначение, если свет наш будет тьма или если, подобно вымышленным листьям баснописца, мы не будем платить нашим корням за их услуги услугами же, если, получая, мы не будем ничего давать взамен, тогда мы будем не листья, тогда мы не вправе будем величать себя листьями, тогда в словаре природы найдутся для нас другие, менее лестные сравнения. Гриб, плесень, паразит — вот те сравнения, которые в таком случае ожидают нас в этом словаре.

Такова мораль, которую мы можем извлечь из знакомства с листьями, не теми, которые создало воображение поэта, а настоящими, живыми листьями, — мораль, быть может, более суровая, но зато согласная с законами природы.

АССИМИЛЯЦИЯ УГЛЕРОДА РАСТЕНИЯМИ

Профессор

М. А. ШЛЕЗИНГЕР-КОНСТАНТИНОВА



Вряд ли можно доказать более убедительно, чем это сделано в своих многочисленных научных работах К. А. Тимирязев, что в зеленых частях растений происходит единственный известный нам в природе процесс создания органических веществ — формальдегида, крахмала — из неорганических — углерода

и воды — и что поглощенная хлорофиллом энергия солнечных лучей, накапливаясь, аккумулируясь в растении в виде скрытой химической энергии образующихся соединений, является единственным источником энергии для всех процессов жизнедеятельности в растительном и животном мире. И вряд ли можно показать более наглядно и выпукло, чем это сделал тот же К. А. Тимирязев в своих блестящих популярных книгах и статьях, все значение процесса ассимиляции углерода для органической жизни на земле.

Это исключительное значение процесса ассимиляции углерода растениями вполне объясняет неослабное внимание, которое уделяли этому процессу и химики и ботаники на протяжении почти 70 лет, отделяющих нас от эпохи классических работ Тимирязева. Нужно, однако, сказать, что если во времена Тимирязева сущность процесса ассимиляции, его внутренний механизм и химизм были еще совершенно неясны, то и теперь многое в этой области остается для нас еще загадкой. Мы знаем конечные продукты процесса ассимиляции и те исходные вещества, из которых они образуются, но нам не известны промежуточные стадии процесса, не понятен по сей день механизм протекающих реакций.

На первых порах исследователей увлекала заманчивая перспектива разгадать тайну сложного процесса путем воспроизведения его в упрощенной форме, в отсутствие живых клеток. Облучить углекислый газ и воду и получить этим путем органическое вещество — так рисовался план работы на первом ее этапе. Понятно, что если бы только эта реакция удалась, она необычайно продуктивно могла бы быть использована и практически, что еще усугубляет интерес к ней.

И вот в 1893 г. А. Н. Бах публикует результаты поставленных им опытов: после длительного (трехнедельного) освещения солнцем раствора углекислого газа в присутствии окиси урана ему удалось обнаружить следы формальдегида. В 1911 г. английские ученые Юшер и Пристлей сообщают об образовании формальдегида при длительном освещении кварцевых сосудов с углекислым газом и водой. Применение кварцевых

Мы употребляем слово «ассимиляция» в более узком его значении, разумея под этим термином протекающий в растениях процесс синтеза углеводов из углекислого газа и воды.

сосудов вместо стеклянных вызывалось следующими соображениями: в отличие от кварца стекло не прозрачно для ультрафиолетовых лучей; между тем углекислый газ и вода не имеют полос поглощения в видимой части спектра, и поэтому в отсутствие сенсibilизатора фотохимическая реакция в этой системе может обуславливаться только невидимым ультрафиолетовым светом. Аналогичные результаты дали опыты Мура и Вебстера (1913 г.); они осуществляли фотосинтез формальдегида в растворах углекислого газа в присутствии неорганических коллоидных веществ при освещении ртутной лампой и солнцем. В начале двадцатых годов много шуму наделали работы Бэли и его сотрудников, которые полагали, что их опыты бесспорно доказывали возможность фотосинтеза формальдегида из растворов углекислого газа. Наконец, по утверждению итальянцев Меззадролли и Гардано (1927), им удалось получить формальдегид и сахар с выходом до 200% от теоретически возможного при освещении ртутной лампой растворов двууглекислых солей щелочных и щелочноземельных металлов.

Исключительный теоретический интерес и важнейшее практическое значение, которое могли бы иметь эти результаты, делают понятным большой интерес, с каким они были встречены: каждый из описанных опытов подвергался проверке путем тщательного повторения с соблюдением всех тех условий, какие указывались в соответствующих публикациях. Но, как это ни странно, во всех без исключения случаях обнаружилась неповторяемость описанных экспериментов. Они удавались авторам и никому больше. В отношении результатов Бэли выяснились и причины их ошибочности. В опытах Бэли формальдегид действительно образуется, но не в результате фотосинтеза, не из углекислого газа, а путем фотохимического разложения смазки кранов в одних случаях и прибавлявшейся в качестве сенсibilизатора краски — в других.

Обуславливается ли неповторяемость остальных опытов тоже ошибкой эксперимента или же не удается воспроизвести какие-то случайные, благоприятно влиявшие условия, — вопрос этот остается невыясненным. Во всяком случае, если возможность осуществить фотосинтез органического вещества из углекислоты и воды в отсутствие живых клеток не окончательно опровергнута, то тем более она не доказана.

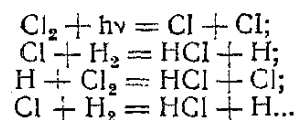
Тогда мысль исследователей пошла по иному пути: начали детально изучать реакцию фотосинтеза, протекающую в живом растительном организме на основе тех новых представлений о фотохимических реакциях, которые прочно вошли к этому времени в арсенал физики и химии.

Начало XX века ознаменовалось в области физики и, в частности, в оптике признанием прерывчатого, как бы атомистического строения

лучистой энергии. Молекулы или атомы вещества поглощают свет отдельными «порциями», квантами, — к этому ныне бесспорному выводу пришли физики на основе огромного накопившегося теоретического и экспериментального материала. Кванты света разной цветности не одинаковы по своей величине. Кванты света большей длины волны, т. е. меньшей частоты колебаний, например «красные», меньше, нежели кванты более коротко-волнового света, например «синие»; кванты невидимого ультрафиолетового света еще больше. Иными словами для света определенной цветности величина кванта определяется длиной его волны или, точнее, обратной величиной — частотой колебаний. Если частота колебаний равна ν , то величина соответствующего кванта равна $h\nu$, где h — постоянная величина (универсальная постоянная Планка).

Эти теоретические представления были положены в основу современной фотохимии и оказались, как мы сейчас увидим, и в этой области чрезвычайно плодотворными. Отдельная молекула поглощает только один целый квант $h\nu$; следовательно, если при фотохимической реакции вещество за 1 секунду поглотит n квант, т. е. количество энергии $E = n \cdot h\nu$, то и активировано будет n молекул; соответственно n молекул подвергнутся разложению или вступят в ту или иную первичную химическую реакцию. Таким образом, на каждый поглощенный квант претерпевает химическое изменение только одна молекула. Разумеется, сказанное справедливо только в отношении первичной реакции и для «идеального» случая; может оказаться, что энергия поглощенного кванта недостаточна, и только те молекулы, которые уже имеют известный избыток тепловой энергии, активированные молекулы, смогут принять участие в фотохимической реакции. Равным образом, если молекулы, активированные поглощенным светом, дезактивируются при соударениях с другими молекулами, или, если продукты первичной фотохимической реакции реагируют, образуя вновь исходное вещество, то во всех этих случаях на каждый поглощенный квант прореагирует не одна молекула, а меньшее их число. В этих случаях так называемый квантовый выход фотохимической реакции, т. е. отношение числа прореагировавших молекул к числу поглощенных квант, меньше единицы. Напротив, известны и случаи реакций, в которых квантовый выход значительно больше единицы. Например, для фотохимической реакции образования хлористого водорода из смеси водорода и хлора при их освещении ультрафиолетовым светом квантовый выход имеет значение от 10 до 10^7 , т. е. на каждый поглощенный квант образуется до десяти миллионов молекул HCl . Нернст дает этой реакции следующее толкование. Первичной реакцией здесь является фотохимическая диссоциация молекул хлора, т. е. распад этих молекул, состоящих из двух атомов хлора, на отдельные атомы. Эта реакция, протекающая за счет поглощенной световой энергии, имеет квантовый выход 1, т. е. на каждый поглощенный квант диссоциирует одна молекула Cl_2 . Однако дальше начинается темновая — идущая без участия света — цепная реакция: атомы хлора реагируют с молекулами водорода, образуя молекулу HCl и отделяя свободный атом водорода; последний реагирует с молекулой Cl_2 , снова создавая молекулу HCl и свободный атом хлора, который опять вступает в реакцию с молекулой водорода, и т. д.

В виде формул весь этот процесс можно изобразить следующим образом:



Применение изложенных общетеоретических соображений к изучению фотохимических реакций позволило не только существенно углубить понимание природы химических превращений, протекающих под влиянием поглощаемой световой энергии, но во многих случаях и существенно способствовало выяснению механизма отдельных реакций. Экспериментальное изучение зависимости хода реакции от длины волны и интенсивности поглощаемого света, от температуры и давления, а также исследование влияний примесей и других внешних факторов и определение квантового выхода реакции — все эти данные с успехом использовались фотохимиками для выявления скрытых от нас промежуточных стадий реакции.

Исследователям, не удалось, как мы видели выше, воспроизвести эту реакцию без участия растения, хотя бы в существенно упрощенной и видоизмененной форме; оставалось тщательно изучать ее на живом объекте, соблюдая все те условия, какие налагаются на физико-химический опыт требованиями количественного изучения явления. Само собой понятно, насколько это трудно, когда объектом изучения является живой организм: экспериментатор лишен возможности пользоваться обычным методом абстрагирования — отвлечения — от всех условий, кроме интересующего его; в опыте приходится всегда иметь дело с большим числом взаимно влияющих факторов, осложняющих опыт, оставляющих сомнения в правильности любого вывода. Не приходится поэтому удивляться, что реакция фотосинтеза до сих пор обследована недостаточно всесторонне и ряд основных условий ее не выяснен, хотя и были поставлены опыты, задуманные со всей тщательностью физико-химического эксперимента.

Первым вопросом, который возник в этом кругу идей перед исследователями, был вопрос о квантовом выходе реакции ассимиляции углерода. В двадцатых годах нашего столетия Варбург и Негелейн определили эту важнейшую величину и ее зависимость от длины волны поглощаемого света. Авторы помещали выращенную в строго фиксированных условиях одноклеточную водоросль (хлореллу) в сосудик с водой, насыщенной углекислым газом (2 см³ водоросли на 100 см³ воды); верхний конец сосудика соединялся с Варбурговским манометром, позволявшим следить за изменением давления в сосудике. Нижняя поверхность сосудика освещалась монохроматическим светом, т. е. светом одной определенной частоты; стенки сосудика были посеребрены, вследствие чего весь падающий свет поглощался водорослью и возможность его рассеяния через боковые зеркальные стенки была исключена. Контрольными опытами была проверена правильность этого утверждения. Интенсивность падающего света измерялась соответствующими физическими приборами. В результате столь тщательно проведенного опыта авторы нашли, что на 1 молекулу CO_2 расходуется 4,4 кванта красного света ($\lambda = 610^m - 690 \text{ m}\mu$), 4,3 кванта зеленого света ($\lambda = 578 \text{ m}\mu$) и 5,1 кванта синего света ($\lambda = 436 \text{ m}\mu$). Как указывают авторы, эти цифры требуют некоторой

поправки в отношении выхода для лучей синего света, так как последние частично поглощаются желтыми пигментами клетки и, следовательно, не целиком расходуется на фотохимическую реакцию. Поэтому квантовый выход, найденный для синих лучей, вероятно, несколько завышен.

Итак, хотя кванты синего, зеленого и красного света не одинаковы по своей величине, тем не менее при реакции фотосинтеза на каждую ассимилированную молекулу углекислого газа расходуется почти одинаковое их число. Может быть, даже больших «синих» квантов расходуется несколько большее число. Установление самого факта расходования четырех квантов на 1 молекулу CO_2 явилось основанием для обсуждения механизма реакции; однако предложенные теории носят недостаточно обоснованный характер и не опираются на совокупность экспериментальных данных.

Другим интересным выводом из описанных опытов Варбурга и Негелейна является определение для данной реакции коэффициента использования световой энергии, т. е. выяснение того, какая доля световой энергии, поглощенной водорослью, аккумулируется в продуктах фотосинтеза. Оказалось, что эта доля очень велика. По Варбургу, около 70% поглощенной световой энергии переходит при фотосинтезе в химическую энергию. Как отмечает Варбург, мы не знаем другой фотохимической реакции с столь высоким коэффициентом использования световой энергии.

При оценке полученных результатов следует помнить, что в описанных опытах измерялось количество лучистой энергии, поглощавшейся водорослью, и коэффициент полезности определялся, исходя именно из этих данных. В естественных же условиях растением поглощается только малая доля падающего на него света. Поэтому, если определять коэффициент полезности сравнением аккумулированной химической энергии с падающей лучистой энергией, то он окажется много меньше. Так, по измерениям Пуриевича, только 0,6–7,7% падающей на лист солнечной энергии употребляется растением на фотосинтез. Энергию падающей лучистой энергии Пуриевич измерял болометром; о ходе фотосинтеза он судил по приросту теплоты сгорания сухого вещества листа. По этому же методу проведено исследование другим русским ученым — Крашенинниковым.

Аналогичные результаты получили и американцы (Миллер и др.) при подсчете коэффициента использования солнечной энергии культурными растениями, например полем кукурузы. Оценивая прибыль сухого вещества в одном растении за сутки в 18,3 г и относя ее целиком за счет увеличения количества крахмала в растении, Миллер определяет суточную прибыль химической энергии на одно растение кукурузы: 4,2 Кал (теплота сгорания 1 г крахмала) $\times 18,3 = 76,86$ Кал. Накопление химической энергии за сутки кукурузным полем в 1 га, если на нем произрастает 15 000 растений, равно $76,86 \text{ Кал} \times 15\,000 = 1\,152\,900 \text{ Кал}$. Это составляет только 2,3% от всей лучистой энергии, падающей, по оценке метеорологической обсерватории, на данное поле. Мы не будем детальнее останавливаться на этих определениях; из сказанного ясно, что цель и задача их совершенно иные, чем в опытах Варбурга. Они чрезвычайно интересны и важны для биолога-ботаника, но они не могут нам помочь разгадать механизм фотосинтеза, все еще окутанный тайной.

Опыты Варбурга и Негелейна были поставлены с исключительной тщательностью, и тем не менее даже в них не было учтено влияние всех многообразных факторов: при их повторении другими исследователями фотохимический выход оказался существенно ниже. Так, некоторые американские авторы получили для квантового выхода значение почти в 20 раз меньшее, чем Варбург и Негелейн. Как на возможную причину этого расхождения указывали на влияние различия условий выращивания водоросли, а равным образом на видовые различия подопытных водорослей (*Chlorella vulgaris*, *Chlorella purenoides* и т. д.); кроме того, фотосинтез протекает не одинаково при разной интенсивности падающего света; влияют и температура, и содержание углекислого газа, и степень кислотности среды и т. д.



В процессе изучения влияния всех отдельных факторов и обнаружения новых связей между различными сторонами явления мы постепенно с разных сторон выявляем природу процесса ассимиляции и приближаемся к разгадке реакции, лежащей в основе органической жизни на нашей планете. Это хорошо видно на примере тех выводов относительно природы фотосинтеза, к которым привело изучение температурного коэффициента реакции фотосинтеза.

Как известно, обычные темновые реакции при повышении температуры на 10° ускоряются приблизительно в 2–3 раза, между тем как изменение температуры не влияет существенно на скорость фотохимических реакций. С точки зрения наших современных представлений иначе и быть не может. В темновую химическую реакцию вступают только активированные молекулы, т. е. только те молекулы, которые располагают известным избытком энергии. При повышении температуры увеличивается кинетическая энергия молекул, переходящая при соударениях между ними в энергию их активации; соответственно возрастает число активированных молекул, а следовательно и скорость химической реакции. При фотохимической реакции энергия активации молекул черпается ими из поглощаемой лучистой энергии, поэтому повышение запаса кинетической энергии отдельных молекул не сказывается столь существенно на ходе фотохимической реакции, если только нет вторичных темновых реакций.

При изучении влияния температуры на скорость фотосинтеза обнаружилось, что температурный коэффициент этой реакции¹ резко отличается от единицы: при повышении температуры реакция значительно убыстряется. Уже Блэкман, впервые обнаруживший эту зависимость скорости фотосинтеза от температуры, сделал из этого факта вывод, что процесс ассимиляции должен помимо первичной фотохимической реакции включать в себя и реакцию темновую. В дальнейшем Варбург на основании своих опытов с одноклеточной водорослью пришел к выводу, что фотосинтез складывается из двух фаз: из реакции фотохимической, протекающей с большой быстротой, и реакции темновой, которую он назвал блэкмановской. Если интенсивность света и содержание углекислого газа в воздухе достаточны, то скорость фотосинтеза определяется скоростью темновой реакции, и, следовательно, процесс ассимиляции должен ускоряться при повышении

¹ Температурным коэффициентом реакции называют отношение скорости ее при температуре, повышенной на 10° , к скорости при исходной температуре.

температуры. Напротив, при малой интенсивности света и малой концентрации углекислого газа суммарная скорость фотосинтеза определяется скоростью фотохимической реакции, которая в этих условиях не достигает своего максимума и зависит именно от этих условий. При этом температура должна мало сказываться на скорости ассимиляции углерода.

По предположению Варбурга, темновая блэкмановская реакция сводится к каталитическому распаду перекисного соединения, образующегося в 1-й фазе в результате фотохимической реакции. Подробнее представления Варбурга о механизме реакции фотосинтеза будут изложены ниже.

Дальнейшее исследование процесса ассимиляции показало, что его двухтактность можно изучать и непосредственно, если наблюдать флуоресценцию живого листа. Способность хлорофилла флуоресцировать являлась в глазах многих ученых тем физическим свойством хлорофилла, которым обуславливается его исключительная роль в жизни растений. Яркая красного цвета флуоресценция (свечение) растворов хлорофилла наблюдается при их освещении ультрафиолетовым светом. Соответствующий опыт проделать просто, если поместить раствор хлорофилла в темное пространство и осветить его лучами ртутной лампы, но не непосредственно, а через светофильтр — черное стекло, задерживающее весь видимый свет и пропускающее только ультрафиолетовые лучи. Темное пространство попрежнему будет темным: видимые лучи в него не попадут; раствор же хлорофилла поглотит ультрафиолетовые лучи, и под их действием его молекулы будут излучать свечение красного цвета — раствор будет ярко светиться (флуоресцировать) красным цветом. Флуоресценцию хлорофилла можно наблюдать и на живом листе с нижней его стороны. Опыты Каутского¹ показали, что флуоресценция листа в первый момент его освещения слаба, в течение первой секунды она разгорается, достигает максимума и снова начинает слабеть, но не до исчезновения: ослабнув до небольшой интенсивности, флуоресценция дальше остается постоянной. Период снижения интенсивности свечения длится несколько минут. После пребывания листа в темноте повторяется та же картина: явление повторяемо.

Каутский и его сотрудники изучали температурный коэффициент обоих процессов — нарастания интенсивности флуоресценции и следующего за ним ее снижения. Они помещали листья в специальные камеры, насыщавшиеся водяными парами и углекислым газом; интенсивность свечения они измеряли при помощи соответствующей оптической аппаратуры. Их опыты показали следующее: 1-я фаза — нарастание яркости флуоресценции — не зависит от температуры; для 2-й же фазы, для процесса спадания интенсивности свечения при повышении температуры, наблюдается значительное ускорение. Вместе с тем быстрота нарастания яркости флуоресценции зависит от интенсивности освещения. Таким образом, мы имеем в первом такте типичную фотохимическую реакцию, во втором же — реакцию темновую.

Далее Каутский доказал независимость процесса нарастания флуоресценции от концентрации углекислого газа; снижение же интенсивности свечения протекает при большем содержании углекислоты в воздухе менее круто. Эти результаты интересны с точки зрения оценки роли хлорофилла. Как известно, флуоресцирующие ве-

щества широко применяются как сенсibilизаторы химических реакций; вещества, не поглощающие света в данной области спектра, тем не менее в присутствии сенсibilизатора становятся светочувствительными, вступают в фотохимическую реакцию, несмотря на то, что непосредственно они света данной длины волны не поглощают. Например, в фотографии светочувствительность галогидных соединений серебра, входящих в состав фотографической эмульсии, в той или иной части спектра (к зеленому, к красному цвету) достигается путем добавления красок-сенсibilизаторов, являющихся, как правило, веществами флуоресцирующими. Можно думать, что световая энергия, поглощаемая сенсibilизатором, передается каким-то образом молекулам сенсibilизируемого вещества, вызывая в них определенные химические реакции.

Неоднократно высказывалось предположение, что и роль хлорофилла заключается в передаче молекулам углекислого газа световой энергии, поглощаемой хлорофиллом в видимой части спектра (сам углекислый газ поглощает только в ультрафиолетовой и инфракрасной частях спектра). В связи с этим 4-квантовый выход реакции фотосинтеза, экспериментально установленный Варбургом, породил ряд недостаточно обоснованных теорий, авторы которых пытались обосновать и объяснить механизм накопления молекулами энергии четырех квант.

Опыты Каутского показали, что молекулы CO_2 во всяком случае не черпают энергии непосредственно от молекул хлорофилла, так как в противном случае повышение концентрации углекислого газа в атмосфере, окружающей лист, обуславливало бы усиление отдачи молекулам углекислого газа световой энергии, поглощенной хлорофиллом; вследствие этого число молекул хлорофилла, отдающих поглощенную ими световую энергию в виде излучения света флуоресценции, должно было бы уменьшаться, т. е. флуоресценция листа должна была бы спадать резко, когда концентрация углекислого газа больше, а не наоборот, как это экспериментально установил Каутский. С этой точки зрения вполне понятна безуспешность опытов осуществить фотосинтез, применяя растворы хлорофилла в качестве сенсibilизатора.

Из всего вышесказанного ясно, что выяснение условий фотосинтеза, изучение влияния различных факторов на его течение в лабораторных условиях позволяет ближе подойти к пониманию процесса ассимиляции. Именно в этом направлении ведутся многочисленные исследования в течение последних десятилетий.

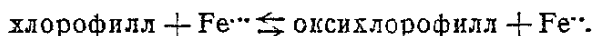
Мы не будем детальнее останавливаться на них и ограничимся лишь указанием некоторых экспериментально установленных фактов. Так, было показано, что не только действие света, но и присутствие кислорода является необходимым условием для того, чтобы имел место процесс ассимиляции. Далее выяснилось, что процесс ассимиляции ускоряется при увеличении интенсивности падающего света, но только до известного предела: при очень больших интенсивностях скорость фотосинтеза становится независимой от интенсивности падающего света.

В присутствии кислорода спиртовые, ацетоновые и другие растворы хлорофилла под влиянием света быстро обесцвечиваются — окисляются.казалось, что аналогичная реакция должна иметь место и в живом листе и что последовательное разрушение хлорофилла в результате окисления

¹ Первая публикация относится к 1931 г.

и его воссоздание путем восстановления должны играть существенную роль в процессе фотосинтеза. Однако, уже в начале XX века было обнаружено отличие в этом отношении коллоидных растворов хлорофилла: последние значительно менее склонны к фотохимическому окислению. Равным образом фотоактивность хлорофилловых растворов снижается при прибавлении желатины, растительного клея и других коллоидных веществ. В растительной клетке хлорофилл находится не только в коллоидном, но и в связанном состоянии.

В более поздней работе (1940 г.) английский ученый Смит определил соотношение в хлоропластах белкового вещества — протеина — и хлорофилла и нашел его строго постоянным, равным 100:16. С другой стороны, реакции фотосинтеза — и темновая, и фотохимическая — являются реакциями поверхностными; экспериментальным доказательством этого послужило обнаружение тормозящего влияния на фотосинтез поверхностно активных веществ, действующих отравляюще и на животный организм, например окиси углерода, синильной кислоты. На процесс дыхания водоросли, как на неповерхностную реакцию, эти яды не действуют. Согласно предположению, высказанному Варбургом, хлорофилл, абсорбируясь на хлоропластах, образует как бы поверхностный слой. Рабинович детально обследовал отношение препаратов хлорофилла к такому окислителю, как хлорное трехвалентное железо; раствор хлорофилла при этом изменяет свой цвет, устанавливается равновесие:



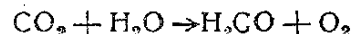
Разумеется, эти опыты, проводимые на изолированных препаратах хлорофилла, не дают возможности непосредственно переносить получаемые результаты на живой организм. В растительной клетке процесс существенно усложняется и видоизменяется большим числом дополнительных условий, учет которых представляет большие трудности и требует детального изучения. Так, например, зависимость процесса ассимиляции от интенсивности освещения, как известно, существенно различна для растений, выращенных в темноте и на ярком свете, — причина, по которой в опытах с водорослями необходимо точно фиксировать условия их выращивания. Как на другой пример, укажем на обнаруженную за последние годы зависимость процесса ассимиляции от степени кислотности среды. Так, был установлен следующий любопытный факт: если водоросль, пребывавшую 12–17 часов в темноте, в отсутствие кислорода и притом в кислой, содержащей CO_2 питательной среде, подвергнуть действию света, то процесс ассимиляции оказывается в ней полностью подавленным и восстанавливается только после длительного освещения. Между тем, если тот же клеточный материал во время нахождения в бескислородной среде держать в слабо щелочном растворе, то процесс ассимиляции протекает нормально. Столь же благотворно действует слабо щелочной раствор при его последующем прибавлении. Эти опыты, повидимому, доказывают, что процесс ассимиляции подавляется образующимися в бескислородной среде кислотами — продуктами процесса брожения.



Как видно из всего вышесказанного, процесс ассимиляции за последние десятилетия был объектом детального и всестороннего изучения. Удалось раскрыть многие его особенности. Однако о

процессе в целом мы еще знаем слишком мало, чтобы решить, каков его механизм. Мы должны довольствоваться рабочими гипотезами, более или менее полно отражающими все то, что мы знаем об этой загадочной реакции.

Первой такой гипотезой явилась гипотеза Байера, предложенная им в семидесятых годах прошлого века на основании общетеоретических соображений. По Байеру, первым продуктом ассимиляции является формальдегид, превращающийся в дальнейшем путем полимеризации¹ в крахмал. Позже это предположение нашло подтверждение в остроумном опыте Вильштеттера, измерившего на живом листе соотношение между объемами поглощаемого растением углекислого газа и выделяемого им кислорода. Если реакция протекает по схеме Байера:



и на 1 моль поглощаемого CO_2 выделяется 1 моль кислорода, то отношение объемов должно быть равным единице. При всяком ином механизме реакции оно будет иным. Вильштеттер в своем опыте показал, что отношение это действительно равно единице и схема Байера, следовательно, верна. Это доказательство, хотя и кажущееся до известной степени убедительным, является все же косвенным и не безусловным. Вместе с тем теория Байера не отражает сложности реакции фотосинтеза, в ней не учтена многофазность процесса ассимиляции, непонятна роль темновой реакции, ею не объяснено ни одно из вышеописанных влияний различных факторов и условий.

Исследования Вильштеттера и Штоля позволили им развить первоначальную гипотезу Байера в теорию, более полно и всесторонне отражающую все то, что было известно в то время о процессе ассимиляции. По их схеме реакция фотосинтеза сводится в основном к следующему: молекулы углекислого газа образуют с молекулами хлорофилла непрочное соединение, причем связь между углекислотой и хлорофиллом происходит через атом магния. (В молекуле хлорофилла Mg находится в центре кольца, в построении которого участвуют 4 пирроловых ядра.) При поглощении световой энергии это промежуточное вещество перегруппировывается в перекисное соединение, которое, под влиянием какого-то фермента типа каталазы², расщепляется на кислород и формальдегид, полимеризующийся затем в сахар и крахмал, а также дающий путем присоединения азота аминокислоты и дальше белки. Первая фаза — перегруппировка соединения CO_2 с хлорофиллом в перекисное соединение — является фотохимической реакцией, вторая — расщепление перекисного соединения под влиянием каталазы — темновой (блэкмановской) реакцией.

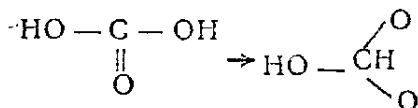
Как видим, по этой схеме участие темновой реакции в процессе ассимиляции необходимо; схема делает понятной безуспешность попыток осуществить фотосинтез в растворах хлорофилла, в отсутствии живых клеток, а следовательно и ферментов. Участие каталазы, фермента, столь широко распространенного в природе, весьма вероятно.

Дальнейшее развитие идей Вильштеттера мы находим в теории Варбурга, уточняющей механизм ассимиляционного процесса в соответствии с тем, что мы о нем теперь знаем. В схеме Вар-

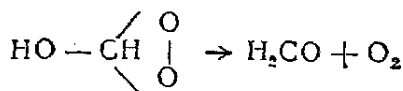
¹ Полимеризацией называется укрупнение молекул, соединение большого числа их в один комплекс.

² Каталазами называют широко распространенные в растительном и животном мире ферменты, расщепляющие перекись водорода или другие перекиси с выделением кислорода.

Бурга четко различаются две фазы: первая сводится к перегруппировке угольной кислоты в перекисное соединение, обладающее большим запасом энергии, — это реакция фотохимическая; вторая фаза — темновая каталитическая реакция расщепления с образованием формальдегида и кислорода. Схему Варбурга можно изобразить следующими уравнениями:



Фотохимическая реакция



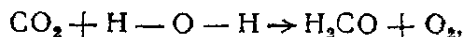
Блэкмановская реакция

По Варбургу, решающую роль в каталитической блэкмановской реакции играют ионы железа. Подтверждение этого Варбург видит в тормозящем эту реакцию действии синильной кислоты, сероводорода и других веществ, к которым особенно чувствительны и ионы железа.

Разумеется, и теория Варбурга ни в какой мере не может претендовать на полную достоверность; круг объясняемых ею особенностей фотосинтеза далеко не охватывает всего того, что нам уже теперь известно об этом процессе.

Для объяснения многообразных процессов окисления и восстановления, протекающих в живом организме, в современной биохимии часто прибегают к понятию донаторов и акцепторов водорода — веществ, отдающих и принимающих атомы водорода. В молекуле донатора имеет место внутренняя перегруппировка, связанная с активизацией водородных атомов, благодаря которой становится возможным их дальнейшее отщепление.

Такого рода окислительно-восстановительные процессы протекают в живых организмах под влиянием ферментов. Они связаны с перемещением энергии: донаторы водорода передают энергию акцептору. Перенесение этих общих представлений о природе окислительно-восстановительных реакций на процесс ассимиляции углекислоты в растении позволило видоизменить изложенные выше теории фотосинтеза. Так, по ван-Нилю, фотосинтез можно изобразить следующей схемой:



причем поглощаемая хлорофиллом световая энергия активирует атомы водорода в молекуле воды, играющей роль донатора водорода.

Разумеется, и эта теория не может претендовать на полную достоверность и доказанность, но как рабочая гипотеза она несомненно представляет интерес и имеет свои преимущества.

В заключение остановимся на опубликованных за последние годы (1939—1940) работах американских ученых Рубена, Гассида и Камено. Для изучения процесса ассимиляции они использовали совершенно новую методику, а именно метод так называемых «меченых» атомов. Сущность метода заключается в применении искусственно радиоактивных элементов. В данном случае американцы изучали фотосинтез на растительном объекте, помещенном в атмосферу углекислого газа, углерод которого был искусственно радиоактивным. Длительность жизни атомов углерода была достаточно мала и, соответственно, испускаемое радиоактивное излучение достаточно интенсивно, чтобы обнаружение присутствия радиоак-

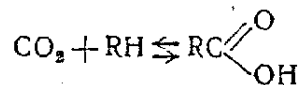
тивных атомов при помощи обычных физических методов не представляло особых трудностей.

Обычно мы делаем выводы на основании сопоставления количества поглощаемого углекислого газа и прироста углеводов в растении и не имеем при этом никаких данных для суждения о том, образуется ли крахмал непосредственно из поглощаемого углекислого газа или из промежуточных соединений. Здесь же мы имеем возможность следить за превращениями, претерпеваемыми в процессе фотосинтеза молекулами углекислого газа, поглощаемого растением, или, точнее, следить за судьбой содержащихся в нем радиоактивных атомов углерода.

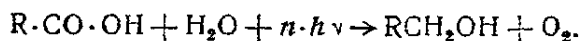
Результаты, полученные американцами, до некоторой степени противоречат общепринятым представлениям о фотосинтезе.

В веществе изучавшегося растения радиоактивный углерод был обнаружен в молекулах какой-то высокомолекулярной оксикислоты (молек. вес > 200); в радиоактивной молекуле было доказано присутствие не менее одной группы OH. Сухая перегонка бариевой соли этой кислоты показала, что если и не весь радиоактивный углерод, то большая часть его содержится в карбоксильной группе. Процесс восстановления углекислого газа протекал и в темноте и на свету. Содержавшиеся в растении воднорастворимые протеины, кислоты, кетоны, углеводы и т. д. — все эти вещества оказались недействительными, т. е. не содержащими активного углерода.

На основе полученных ими результатов авторы предлагают следующую схему процесса фотосинтеза. Первой фазой является темновая реакция присоединения молекулы углекислого газа к соединению RH (оксикислота):



Эта реакция обратима и, вероятно, экзотермична. Второй фазой является фотохимическая реакция:



Таким образом, по предположению авторов, углекислый газ непосредственно нанизывается на углеводородную цепочку соединения RH; допущение полимеризации молекул формальдегида становится излишним.

Исследование американских ученых нельзя считать законченным; можно надеяться, что продолжение этих чрезвычайно интересных работ существенно поможет выяснению проблемы фотосинтеза.

Тот факт, что за первыми столь интересными публикациями не последовало, насколько нам известно, дальнейших, ослабляет уверенность в безусловной эффективности этого метода изучения.

— ☆ —

Мы видим, что механизм реакции фотосинтеза до сих пор таит в себе много загадочного, хотя шаг за шагом мы все ближе подходим к его познанию.

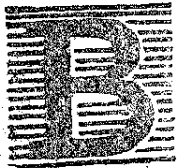
К. А. Тимирязев всегда считал, что к изучению процессов, протекающих в живом растении, нужно подходить во всеоружии химии и физики.

Как мы видели, исследователи, ищущие разрешения проблемы фотосинтеза, идут по пути, указанному Тимирязевым, — по пути точного физико-химического опыта. Путь этот труден и длинен, но рано или поздно он приведет нас к желанной цели — к познанию механизма процесса, лежащего в основе жизни на нашей планете.

Движущие силы РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА

Доктор биологических наук

В. А. ДОРФМАН



Все живые организмы со всей сложностью и разнообразием строения их органов развиваются из клеток яйца. И, однако, ничего нет такого в яйце, что предвещало бы замечательную судьбу этой клетки. Тщетно пытаться найти в яйце хотя бы отдаленный намек на то сложное и своеобразное строение, которое, в конце

концов, оно приобретает, превращаясь во взрослый организм. Если мы предсказываем, что из данного яйца разовьется птица, а из другого — лягушка или морской еж, то эта наша уверенность основана не на знакомстве с яйцом, а на знакомстве с его родителями. Иначе говоря, старый софизм — что появилось раньше: курица или яйцо — в этом отношении решается просто: по курице мы определяем яйцо, а тогда уже нетрудно предсказать по яйцу и курицу. Из этого простого рассуждения вытекает, однако, первостепенной важности вывод. Действительно, если можно предсказать судьбу яйца, то должны существовать непреложные законы его развития, проявляющие свое действие от поколения к поколению на протяжении сотен тысяч лет.

Эмбриология — наука о развитии зародышей — наука почтенной давности, и вопрос о закономерностях развития яйца стоял уже перед ранними исследователями. Видимая простота строения яйца не смущала их — многие утверждали, что в яйце содержится в готовом виде вполне сформированный мельчайший зародыш, постепенно вырастающий до нормальных размеров. Однако и воображение не может игнорировать логику, а логика приводила к усложнению этого простого представления. Действительно, если зародыш изначально содержится в яйце, то потомок этого зародыша должен содержаться в нем подобно тому, как он сам включен в яйцо своего родителя. А так как число предков огромно, а потомков — неисчислимо, то бесчисленное множество зародышей должны быть включены один в другой, а размеры их можно себе представить, если учесть, что диаметр яйца, как правило, составляет всего лишь десятые доли миллиметра. Не смущаясь этим, сторонники этого, так называемого учения о преформации подсчитывали, что в яичнике праматери Евы содержалось 2 миллиарда зародышей.

Если отвлечься от наивной формы, в которую была облечена эта теория преформации, то по существу она сводилась к отрицанию развития в смысле новообразования органов взрослого организма. Ведь зародыш со всеми его органами преформирован в яйце в готовом виде, и развитие сводится только к увеличению его раз-

меров, т. е. к простому росту. Другую крайнюю позицию заняла теория эпигенеза, которая видимую простоту строения яйца принимала за чистую монету и всю сложность развивающегося организма считала позднейшим новообразованием, постепенно развертывающимся на последовательных этапах развития. Вокруг этих теорий на протяжении нескольких столетий разгорались горячие споры, и только в настоящее время этот спор можно считать разрешенным.

Для этого понадобилось коренным образом изменить методы эмбриологии, которая до последних десятилетий представляла собой описательную науку. В этом отношении эмбриология достигла высокого уровня, изучив в мельчайших подробностях развитие огромного множества видов. Однако, эта наука переросла самое себя, ибо она оказалась в тупике, не будучи в состоянии ответить на те вопросы, которые сама же поставила. Для того, чтобы решить спор между теорией преформации и эпигенеза, необходимо было перейти от описания видимых картин развития к изучению движущих сил этого развития. Вместо морфологической архитектуры яйца, которая ничего не может сказать о его последующей судьбе, нужно было заняться изучением химической архитектуры этой клетки — тех невидимых, но опутимых химических процессов, которые лежат в основе эмбрионального развития. Иначе говоря, в область эмбриологии пришлось перенести весь арсенал экспериментальных методов и представлений, которыми владеют современная физиология и биохимия клетки. Поворот эмбриологии в сторону эксперимента начался еще в конце прошлого века, однако, химическое разрешение эмбриологических проблем впервые стало возможным лишь в последнее десятилетие.

Первые попытки расшифровать архитектуру яйца были связаны с видимым его строением. Внимание привлекали к себе те виды яиц, в которых заметны скопления пигментных гранул и других включений, расположенных в яйце более или менее закономерно и закономерно распределенных между клетками дробящегося яйца. Примером может служить яйцо морского ежа (рис. 1), в котором пигментные гранулы образуют пояс, по обе стороны от которого находится прозрачная протоплазма. Из верхнего прозрачного слоя образуется впоследствии скелет, из нижнего прозрачного слоя — наружный слой тела — эктодерма, а из пигментированного слоя протоплазмы — кишечник. Яйцо лягушки также обладает видимой архитектурой еще до начала дробления. В нем можно различить два полюса (рис. 2) — верхний, содержащий большое количество темного пигмента, и нижний, лишенный этого пигмента. При дроблении яйца верхняя половина образует бо-

лее мелкие клетки — blastomeres, нижняя — более крупные blastomeres. Судьба этих blastomeres не одинакова: верхние, или анимальные, дают начало нервной системе, сердцу, сосудам и т. д., а нижние, или вегетативные, — главным образом, органам пищеварения.

Таких примеров видимой архитектуры яйца можно привести не мало, и первоначально на эту структуру яйца возлагались большие надежды, как на ключ к решению основного вопроса о движущих силах его развития. Между распределением пигмента и желтка в яйце и строением будущего зародыша, действительно, может существовать известная связь, однако, в этом никак не повинны видимые включения яйца. Действительно, их можно сместить при помощи центрифугирования, перемешать содержимое яйца, например, у лягушки, и все же на строении зародыша эта операция не отразится. Видимые включения яйца не являются «органобразующими веществами», как одно время полагали. Это — всего лишь вывеска, указатель этажей здания, сама по себе отнюдь не определяющая архитектуру этого здания. Подобно вывеске, видимые метки яйца могут быть удалены без нарушения архитектуры развивающегося зародыша.

Видимое строение яйца, следовательно, оказалось обманчивым, истинная его архитектура недоступна наблюдению в микроскоп. Зачатки будущих органов зародыша скрыты в яйце в невидимой форме, а для их изучения, казалось, нет прямых методов исследования. Долгое время поэтому вопрос о природе этих зачатков не подымался, и изучение яйца ограничивалось тем, что определяли их местоположение в яйце и время их образования. Экспериментальные эмбриологи, следовательно, оперировали с неизвестной величиной, в существовании которой они были уверены, несмотря на то, что непосредственному изучению при помощи их методов она не поддавалась. Та-

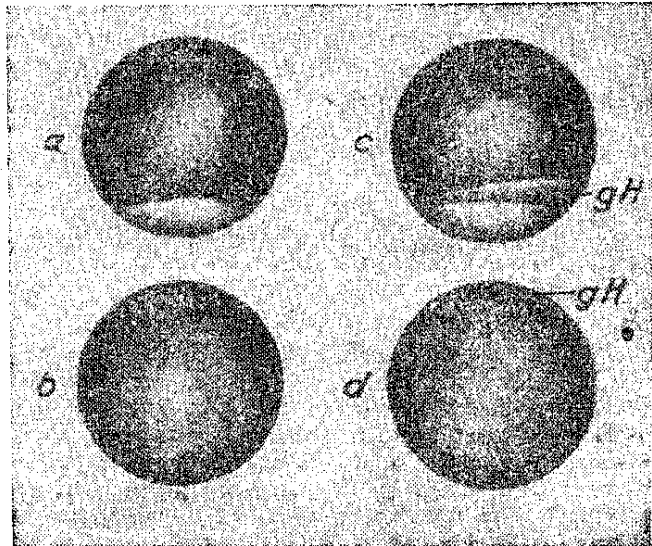


Рис. 2. Схема яйца лягушки, а и с — вид сбоку, b и d — с вегетативного полюса. Анимальная половина яйца пигментирована, вегетативная — светлая. В с виден серый серп (δ H) на границе между обеими половинами яйца.

кое положение вещей в науке встречается нередко — оно является, скорее, правилом, чем исключением. Вспомним, например, атомы, которыми химики оперировали как гипотетическими элементарными частицами материи, реальное существование которых было, однако, доказано физиками лишь спустя долгое время. И в области эмбриологии было достаточно оснований, чтобы принять существование невидимых «зачатков» органов до того времени, пока истинная их природа не будет расшифрована. Как мы увидим ниже, эта уверенность в настоящее время начинает находить оправдание.

При таком положении вещей о гипотетических зачатках органов можно судить лишь по результату их развития. Иначе говоря, об организации яйца можно судить, лишь сравнивая его с развившимся зародышем. В этом и заключается своеобразие экспериментальной эмбриологии, которая о настоящем вынуждена судить по будущему — «план» организации яйца может быть расшифрован лишь по мере реализации этого плана в процессе развития зародыша. Решающее значение здесь принадлежит эксперименту. Сущность его заключается в том, что повреждают или разрезают на части недробленое яйцо или отделяют друг от друга немногие blastomeres, образовавшиеся после нескольких дроблений яйца. Иногда такую же операцию производят с более поздней стадией развития — blastulой или gastrulой (рис. 1 и 2).

Классическим примером могут служить яйца гребневика (рис. 3), который получил свое наименование благодаря характерному для этого беспозвоночного ряду гребней, опоясывающих в виде обручей тело взрослого животного. При нормальном развитии зародыша образуются восемь гребней, но если удалить из недробленого яйца некоторые его участки, то эта операция влечет за собой недоразвитие части гребней. Неполный комплект гребней развивается и в том случае, если отделить друг от друга первые два blastomeres — при этом развиваются два зародыша с четырьмя гребнями каждый. Развитие гребней, следовательно, закреплено, детерминировано уже на весьма ранней стадии развития зародыша — еще

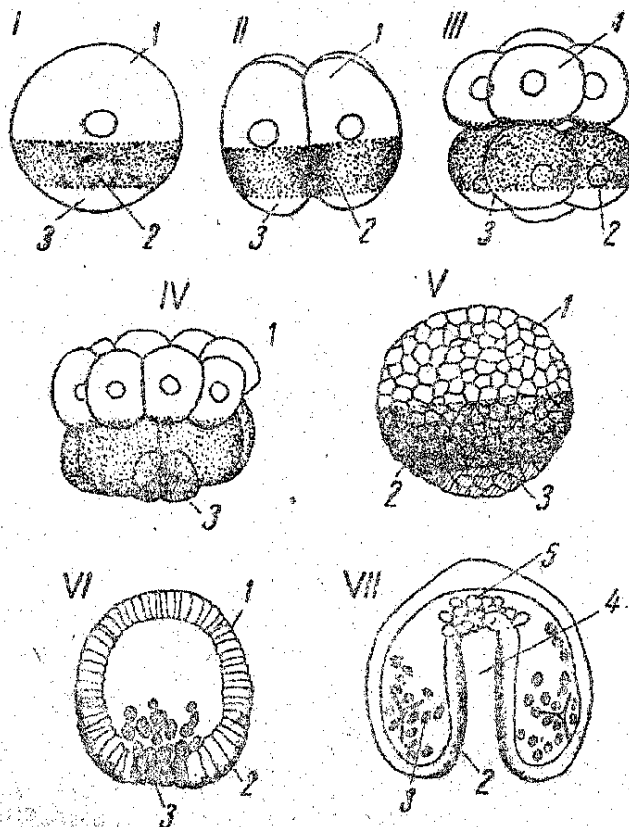


Рис. 1. Развитие яйца морского ежа. Виден пояс пигмента, переходящий в blastomeres, образующиеся при дроблении яйца. V — blastula, VI — начало gastrulации, VII — gastrula.

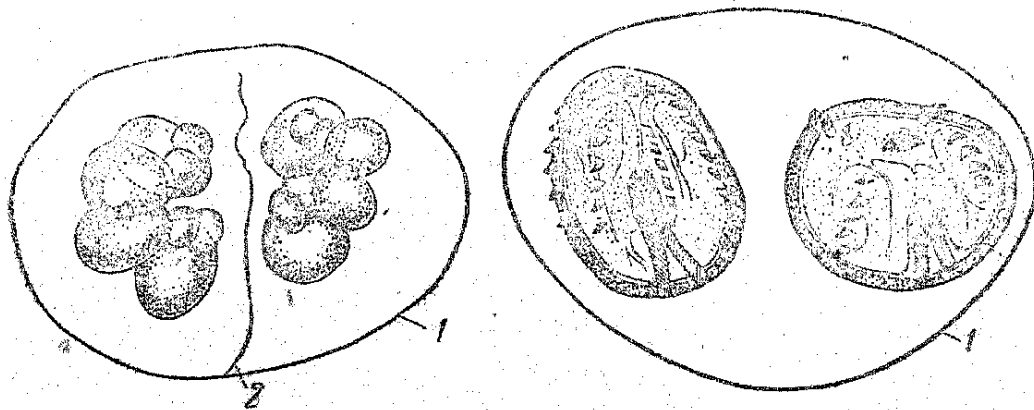


Рис. 3. Слева — дробящееся яйцо гребневника, разделенное пополам. Справа — личинки, развившиеся из этих половин яйца с четырьмя гребнями на каждой вместо нормальных восьми.

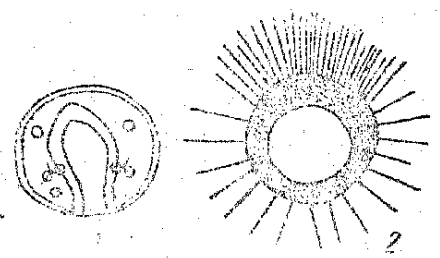


Рис. 4. 1 — гаструла морского ежа, образовавшаяся из одного бластомера 16-клеточной стадии, 2 — бластула.

в недробленном яйце — и связано с определенными его участками. Аналогичные явления можно наблюдать при развитии яиц многих других видов животных — червей, моллюсков, асцидий. Именно такого рода эксперименты и служат основой для теории преформации, наглядно показывая, что развитие тех или иных органов зародыша в каком-то виде преобразовано уже в яйце. Яйца этого типа получили название мозаичных — они представляют собой как бы пеструю мозаику детерминированных зачатков, характерную для каждого вида животных.

Не менее убедительны, однако, и прямо противоположные результаты опытов, произведенных на других видах яиц. И поврежденное яйцо, и отдельные его бластомеры дают полноценных зародышей соответственно меньших размеров, но вполне сформированных. Так, $1/16$ яйца морского ежа, т. е. один из 16 бластомеров, развивается в нормальную личинку (рис. 4). Можно перешнуровать яйцо лягушки или тритона на стадии двух бластомеров и получить двух нормальных близнецов из одного яйца (рис. 5). Так же ведут себя многие другие виды яиц, которые в отличие от мозаичного типа однородны во всей своей массе: в них невозможно обнаружить неравноценные участки, которые были бы ответственны за развитие той или иной структуры зародыша. Каждая изолированная часть яйца может регулировать процесс своего развития таким образом, что, в конце концов, она развивается в полноценного зародыша, — отсюда название регуляционного для этого типа яиц.

Существование яиц мозаичного и регуляционного типов дает известное представление о характере распределения в яйце зачатков органов. В мозаичном яйце они строго локализованы в определенных участках, в регуляционном яйце все его части равноценны, и любой участок содержит полный набор зачатков органов. Если мозаичное яйцо дает основу для теории преформации, то регуляционное яйцо не менее убедительно иллюстрирует положения теории эпигенеза, которая отрицала наличие в яйце преформированных органов зародыша.

Казалось бы, противоречия между обеими теориями непримиримы, каждая из них может выставить в свою защиту многочисленные, не подлежащие сомнению факты. Именно эти противоречия и привели к более углубленному представлению о зачатках органов в яйце, о факторах, детерминирующих развитие зародыша. Вековой спор между преформацией и эпигенезом был решен на более высоком уровне современной науки, и решение его открыло новые перспективы

для изучения химической природы гипотетических зачатков органов.

Этими успехами мы обязаны более детальному изучению процессов детерминации в яйце амфибий — классическом объекте экспериментальной эмбриологии. Перешнуровка яйца на стадии двух бластомеров, как мы видели, ведет к развитию двух полноценных близнецов. Этот результат опыта наблюдается, однако, не во всех случаях, и детальное изучение отрицательных результатов неожиданно привело к открытию, которое по-новому осветило всю проблему детерминации. Оказалось, что нормальные близнецы развиваются только в том случае, когда перешнуровка делит яйцо на симметричные правую и левую половины. Если же плоскость разреза делит яйцо на переднюю и заднюю половины, то нормальный зародыш развивается только из задней (спинной) половины, передняя же (брюшная) развивается в уродливую неполноценную структуру (рис. 5). Чисто морфологически удалось обнаружить, что в задней половине яйца при перешнуровке отходит один участок яйца, обладающий характерными отличиями. Это — серповидный участок, расположенный в задней половине яйца на границе между темной анимальной и светлой вегетативной половиной яйца лягушки. Он обладает промежуточной серой окраской, почему и получил название серого серпа (рис. 2). Впервые его мож-

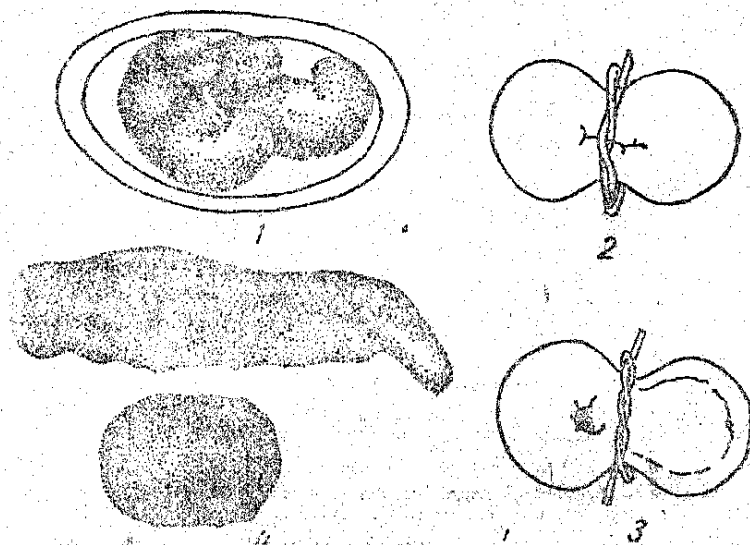


Рис. 5. Перешнуровка яйца тритона. 1 — близнецы внутри оболочки яйца, 2 — 4 — развивавшаяся брюшная часть яйца, над ней — ее нормальный близнец, развившийся из спинной части яйца.

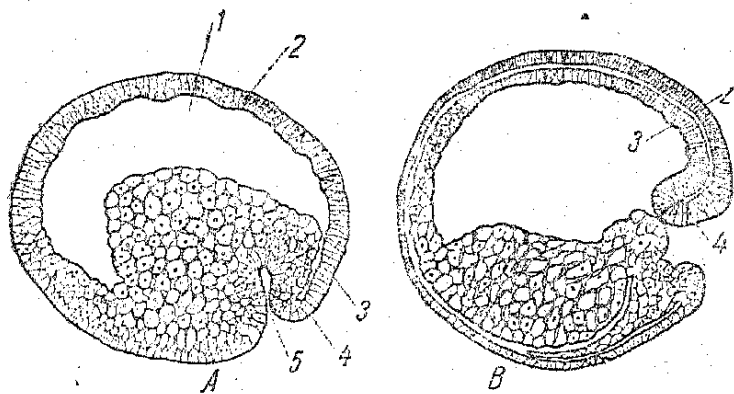


Рис. 6. Ранняя гастрюла тритона в разрезе: 1—полость, 2—нервная пластинка, 3—пластинка хорды, 4—верхняя губа бластопора, 5—место впячивания.

ление в яйце становится заметным через $1\frac{1}{2}$ –2 часа после оплодотворения, а при дальнейшем развитии яйца на этом месте образуется бластопор—первичный рот гастрюлы амфибий (рис. 6). Именно этого участка и нехватает брюшной половине перешнурованного яйца, неспособной к развитию: при перешнуровке он целиком попадает в спинную часть яйца. Его присутствие, следовательно, каким-то образом связано с нормальным развитием зародыша.

Роль бластопора гастрюлы в развитии зародыша легко выявляется относительно простым опытом (рис. 7). Из ранней гастрюлы тритона вырезают кусочек наружного слоя—эктодермы—из того места, которое при нормальном развитии образует нервную пластинку. Этот участок будущей нервной системы пересаживают на другую гастрюлу, но в такое место, которое расположено в стороне от будущей нервной системы, например, в область будущей покровной ткани. С другой стороны, у второй гастрюлы вырезают кусочек будущей эктодермы и пересаживают его первой гастрюле в область будущей нервной системы. Иначе говоря, оба разных по своей судьбе участка гастрюлы обмениваются местами. Опыт показывает, что перемена местоположения этих участков гастрюлы изменяет и их судьбу в развивающемся зародыше. Действительно, кусочек первой гастрюлы, очутившись на новом месте, превращается не в нервную систему, а в покровную эктодерму, а участок будущей покровной эктодермы развивается в нервную пластинку. Из этого можно сделать вывод, что соседство бластопора (вернее, хорды, которая образуется из верхней губы бластопора), над которым расположен пересаженный участок будущей эктодермы, оказывает на последнюю какое-то воздействие, превращая ее в закладку нервной системы. Понятно также, что пересаженный кусочек будущей нервной системы, лишенный соседства с хордой, утрачивает свою способность развиваться в нервную пластинку. Иначе говоря, судьба этого участка гастрюлы определяется не столько присущими ему свойствами, сколько какими-то влияниями, исходящими от хорды.

В свете этих данных становится понятным результат перетяжки яйца амфибий на спинную и брюшную половины. Нормальное развитие брюшной половины невозможно именно потому, что она лишена материала серого серпа—будущей верхней губы бластопора, будущей хорды. Развитие амфибий представляется нам теперь в новом свете. В недоразвитом яйце судьба зачатков органов еще не детерминирована, детерминация

их происходит по мере развития яйца под влиянием соседних участков зародыша. Материал яйца до стадии гастрюлы чрезвычайно пластичен, и ход его развития еще не закреплен. Исключение составляет только материал хорды, который ведет себя независимо от своего местонахождения. Он детерминирован раньше других участков яйца, опережая их в своем развитии, и первое его появление заметно уже в недоразвитом яйце лягушки в виде серого серпа. Более того, именно ему принадлежит ведущая роль в развитии всех остальных участков яйца, направление которого определяется исходящими от него влияниями. Эта организующая роль верхней губы бластопора дает право назвать его «организационным центром», или «организатором». Индуцирующая роль организатора заканчивается по окончании гастрюляции, однако, не потому, что он утрачивает индукционную способность, а вследствие того, что эктодерма зародыша теряет свою пластичность, способность отвечать на индукцию. На стадии поздней гастрюлы, следовательно, окончательно детерминируются потенции—возможности—развития эктодермы.

Детерминация нервной пластинки материалом хорды представляет собой первую по времени индукцию в развивающемся зародыше амфибий. По этому же типу происходит детерминация и других органов—производных самой нервной пластинки (глаза и пр.), слуховой капсулы, конечностей и т. д. Здесь вступают в действие организаторы второго, третьего и т. д. порядков. Так, например, зачаток глаза индуцирует линзу из соприкасающейся с ним эктодермы, слуховой пузырьке—слуховую капсулу.

Развитие зачатков органов детерминировано, следовательно, не одновременно, а в известной хронологической последовательности, и первой критической в этом смысле стадией является гастрюла. Регуляционное яйцо амфибий на этой стадии как бы становится мозаичным, аналогично яйцу гребневика. Нетрудно показать, что то же самое справедливо и для такого классического представителя регуляционных яиц, как яйцо морского ежа. Перерезанная пополам гастрюла (и даже бластула) уже неспособна развиваться в двух полноценных зародышей, из анимальной ее половины развивается личинка, лишенная скелета и кишечника, и только вегетативная половина дает полноценного зародыша. Но как раз она и содержит организатор, аналогичный организатору амфибий и расположенный в том месте, где при гастрюляции образуется бластопор. Так же, повидимому, ведут себя и другие виды регуляционных яиц, в частности млекопитающих.

Так решился старый спор между преформацией и эпигенезом. Различие между теориями мозаичных и регуляционных яиц не носит принципиального характера—оно заключается лишь

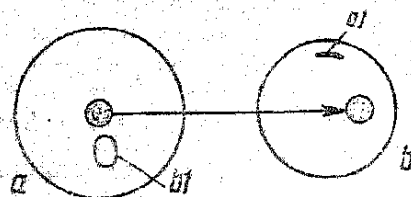


Рис. 7. Схема пересадки организатора у амфибий. bl—бластопор. На левом рисунке участок над бластопором вырезается и пересаживается в стороне от бластопора другой гастрюлы (справа)

во времени наступления детерминации, окончательного закрепления судьбы будущих органов зародыша. Детерминация наступает у всех видов яиц — у регуляционных позже, у мозаичных раньше. Но даже у регуляционных яиц, как мы видели на примере амфибий, область организатора детерминирована уж очень рано — еще в недоразвитом яйце. Теория эпигенеза права в том смысле, что яйцо не содержит готовых органов зародыша в миниатюре — они образуются вновь и в известной последовательности по мере развития зародыша. Однако, если откинуть эти фантазии преформистов, то и они правы, утверждая, что зародыш предобразован в яйце. Все дело заключается в толковании понятия «предобразован». Его нельзя принимать буквально, как заранее готовый, полностью сформированный образ зародыша или взрослого организма. Это скорее символ, чем подлинный образ животного. Старые эмбриологи оперировали образами, т. е. формой тела, его органами, в том виде, как они доступны наблюдению. В этом и заключается сущность морфологического исследования. Для него основной единицей, неизменной монетой служит форма органа, и, выйдя за пределы морфологии, эмбриолог переставал быть самим собой. Однако позади формы, архитектуры тела, в основе ее существования и развития лежат процессы жизни, непрерывное движение, превращение химических веществ. Эмбриология, пользуясь своими методами, в частности экспериментальными, установила, как мы видели, основные закономерности эмбрионального развития, создала представление о невидимых зачатках органов зародыша, проследила их появление на разных стадиях развития и превращение в органы зародыша и взрослого организма. На этом, однако, ее компетенция кончается. На поставленный ею же вопрос о природе этих зачатков органов, о сущности процессов детерминации в яйце она дать ответа не может. Здесь на сцену выступает другая дисциплина — химия живого вещества, которая, смыкаясь с эмбриологией, призвана расшифровать природу процессов формообразования.

Отправные точки для химического изучения процессов формообразования были даны, как мы видели, эмбриологией, особенно открытием индукционной способности организатора амфибий. Это открытие дало мощный толчок исследованию химической природы детерминации зачатков в яйце. Уже вскоре после открытия организатора было высказано предположение о химической природе индукции нервной пластинки. Иначе говоря, действия организатора пытались приписать содержащимся в нем химическим веществам типа гормонов; с этой точки зрения индукция нервной пластинки не связана непосредственно с жизнедеятельностью и структурой организатора. Простой опыт разрушения верхней губы бластопола вскоре дал достаточно убедительные в этом смысле результаты. Капша из верхней губы бластопола, состоявшая из разрушенных клеток и выпавших из них желточных зерен, вводилась в полость ранней гаструлы. В том месте, где она соприкасалась с эктодермой, индуцировалась нервная пластинка, как и при пересадке неповрежденного организатора. Более того, не только разрушенный, но и умерщвленный спиртом, кислотами, кипячением, замораживанием и т. д. организатор сохраняет присущую ему индукционную способность. Совершенно неожиданным было обнаружение того факта, что заведомо неиндуцирующие участки гаструлы, например эктодерма, приобретают эту способность после умерщвления. Способность к

индукции, как оказалось, приобретает неоплодотворенное и даже незрелое яйцо амфибий, если его умертвить, например, кипячением. И, наконец, совершенно неожиданным было обнаружение того факта, что индуцирующие вещества вообще широко распространены в живой природе. Пожалуй, трудно указать такой вид животных, начиная от гидры и кончая млекопитающими, органы которого не обладали бы способностью индуцировать развитие не только нервной пластинки, но и других органов зародыша — хорды, слуховых пузырьков, мышц и др.

Широкое распространение в природе индуцирующего начала позволяло думать, что мы имеем здесь дело с каким-нибудь хорошо известным химическим веществом. Вполне понятно поэтому то оживление, которое началось 10 лет назад не только среди эмбриологов, но и биохимиков, принявших участие в этих исследованиях. Первым по времени, в 1933 г., таким веществом был признан гликоген — животный крахмал. Основанием для этого послужило наблюдение за содержанием гликогена в клетках верхней губы бластопола: во время гаструляции, по мере выпячивания материала будущей хорды, эти клетки становятся беднее гликогеном. Это явление и было поставлено в связь с той особой ролью, которую верхняя губа бластопола играет в закладке нервной пластинки. Прямой опыт действительно показал, что гликоген, введенный в полость гаструлы, вызывает индукцию добавочной нервной пластинки.

На этом, однако, поиски химического индуктора нервной пластинки не только не кончились, но по существу только начались, ибо проверочные опыты показали, что индукция вызывается не самим гликогеном, а примесями, ничего общего с гликогеном по своей химической природе не имеющими. Тщательно очищенный от примесей препарат гликогена лишен индукционной способности, и внимание химиков было перенесено поэтому на сопровождающие его примеси. Последние растворимы в эфире и других веществах, растворяющих жиры и подобные им вещества — липоиды. Это говорит в пользу их липоидной, жироподобной природы. Эфирная вытяжка из губы бластопола также оказалась активной. Тщательные химические исследования привели к выводу, что эта эфирная вытяжка содержит липоидное вещество из группы стероидов, к которой принадлежит также ряд других биологических активных веществ, связанных с процессами формообразования. Сюда относятся половые гормоны, большая группа веществ, вызывающих рак (канцерогенных), и другие. Интересно, что канцерогенные вещества, например дибензантрацен и другие, обнаруживают индукционную способность в ничтожно малых концентрациях, достигающих 125 млн. гаммы (гамма — 0.001 мг) на одного зародыша тритона.

Этим не исчерпывается список химических веществ, обладающих способностью индукции. Этой способностью обладает, например, вещество кефалина, входящее в состав мозговой ткани, а еще более высокой активностью обладает белковый остаток, получаемый при очистке кефалина. Активны также щелочи, жирные кислоты (например, масляная), адениловая кислота из мышц и т. д. Этих примеров достаточно, чтобы показать, насколько разнородна химическая природа веществ, обладающих индукционной способностью. Отсюда понятно, насколько трудно определить, какое же из испытанных до сих пор веществ яв-

яется подлинным индуктором, содержащимся в самом яйце, — тем более, что список возможных индукторов в настоящее время далеко еще не исчерпан. В качестве одного из критериев могла бы служить высокая активность вещества, т. е. действие его в ничтожно малой дозе (например, канцерогенные вещества), однако такой косвенный довод недостаточно убедителен.

Трудности в этом вопросе усугубляются еще одним обстоятельством, которое в то же время позволяет объяснить обилие химических веществ, обладающих индукционной активностью. Действительно, выше мы видели, что участки зародыша, в живом состоянии не обладающие индукционной способностью, становятся активными при умерщвлении и, вероятно, при повреждении. Это наводит на мысль, что истинный, природный индуктор содержится в них в связанном состоянии и что перечисленные выше химические вещества просто-напросто освобождают или «активируют» его. Иначе говоря, индукционное действие этих веществ не прямое, а косвенное. Освобождение индуктора происходит нормально и в самом развивающемся яйце, но, конечно, не под влиянием таких токсических — ядовитых — веществ, какие мы применяем в опыте.

Вопрос о химической природе индуктора остается, следовательно, открытым. Однако он приводит к более важному вопросу о тех химических процессах, которые вызывают освобождение индуктора в верхней губе бластопора. Ведь индуцирующее вещество есть только средство, при помощи которого индукция осуществляется в определенном месте зародыша и в определенное время. Если бы индуктор становился активным в другом участке зародыша, чем губа бластопора, то и нервная пластинка, и развивающиеся из нее нервные органы образовались бы не на своем месте, а это неизбежно привело бы к уродству или к гибели зародыша. Но не только местоположение индуктора, но и время, когда он становится активным, имеет решающее значение для нормального формообразования зародыша. Ведь эктодерма бластулы еще не способна отвечать на действие индуктора развитием нервной пластинки, а к концу гаструляции она уже утрачивает эту способность. Существует, следовательно, какой-то ограниченный промежуток времени, когда организатор может проявить свое действие. Эта координация между «созреванием» организатора и эктодермы есть результат закономерного течения процессов обмена веществ в зародыше, и они-то представляют истинную, фундаментальную основу формообразования.

Исследование этого вопроса предъявляет особые требования, ибо здесь приходится изучать не только обмен веществ зародыша в целом, но и топографию обмена, распределение химических процессов, протекающих в разных участках ничтожного по своим размерам яйца и зародыша. При этом необходимо по возможности сохранить жизнедеятельность клеток, что связано с преодолением огромных технических трудностей. Для этой цели за последние годы был сконструирован ряд приборов, которые позволяют производить полноценные химические исследования одиночных клеток и даже частей клетки — измерять их дыхание, определять активность некоторых ферментов, содержание в клетке гликогена и других веществ. Таким образом, параллельно с видимой архитектурой зародыша положено начало изучению и невидимой его архитектуры — топографии обмена веществ, который, в конечном счете, опре-

деляет формообразование, как и жизнедеятельность клеток организма вообще.

Характерным для зародыша, с химической точки зрения, является интенсивное новообразование веществ растущего организма. Исходным материалом служат у многих видов яиц накопленные в них запасные вещества (желток в яйце лягушки, желток и белок в курином яйце) или питательные вещества материнского организма (например, у млекопитающих). Эти вещества претерпевают ряд сложных химических превращений, прежде чем из них образуются вещества тела зародыша. Современная биохимия располагает возможностью изучить эти промежуточные превращения химических веществ, — из них, в первую очередь, процессы обмена, поставляющие энергию роста и развития. Конечно, эти исследования приходится приспособить к указанным выше особенностям яйца и зародыша.

Основным энергетическим источником клетки и организма служат, как известно, процессы дыхания и брожения. Именно им было уделено до сих пор наибольшее внимание в работах по химической эмбриологии. Однако, как это нам теперь ясно, интерес представляет дыхание не яйца или зародыша в целом, а раньше всего тех его участков, которые уже сколько-нибудь изучены с точки зрения детерминации их развития или играют, как, например, организатор, особую роль в процессах формообразования.

Первые опыты были произведены с организатором яйца амфибии. Вырезая зону бластопора, можно измерить ее дыхание, несмотря на ничтожный объем потребляемого ею кислорода и выделяемой углекислоты. Этот же опыт был произведен и с неповрежденным яйцом, зажатым в особом сосудике так, чтобы дифференциально измерить дыхание зоны бластопора и брюшной неиндуцирующей части яйца. После ряда кропотливых измерений удалось, в конце концов, выяснить, что по скорости дыхания область организатора не отличается от других неиндуцирующих участков гаструлы. Различие между ними существует в другом важном отношении: в то время как область организатора потребляет при дыхании углеводы, другие участки гаструлы потребляют для этой цели жиры. Лишь постепенно, по мере гаструляции, и они переходят на углеводное дыхание. Как и в формообразовании, область организатора опережает, следовательно, в своем развитии соседние участки яйца.

Другой тип дыхания — брожение (в бескислородной среде) был также подвергнут изучению, и здесь обнаружены были резкие различия между областью бластопора и брюшной зоной гаструлы. Косвенным подтверждением этих результатов служат также наблюдения, произведенные при помощи красок, по скорости обесцвечивания которых можно с некоторым основанием судить о накоплении в клетках продуктов брожения. Этот метод имеет то преимущество, что технически он гораздо проще и доступнее и не связан с повреждением зародыша, а результаты, получаемые при его помощи, особенно наглядны и демонстративны. Действительно, в простую лупу можно наблюдать топографию окраски, например гаструлы амфибий. В то время как в области бластопора краска бриллиант-резин-блау успела обесцветиться (в бескислородной среде), другие участки гаструлы еще окрашены. На более поздней стадии — нейрулы, в которой уже морфологически намечены нервные валики, область нервной пластинки, т. е. та же область организатора, обесцвечивается быстрее всего.

За последние 10 лет биохимией сделаны только первые шаги в новой для нее области эмбриологии. Почти совершенно не затронут вопрос о топографии белкового обмена в яйце амфибии, хотя некоторые данные говорят о более интенсивном распаде белков в области организатора. Однако изучением первичного организатора яйца амфибии эти исследования не ограничиваются. Эти же химические основы формообразования исследуются также на других типах яиц, особенно мозаичных, где процессы детерминации, как мы знаем, наступают гораздо раньше и выражены особенно резко. Некоторые другие закономерности формообразования яиц амфибий также привлекают к себе внимание, как, например, характерные для них полярные различия, заметные, как мы видели, еще в неоплодотворенном яйце.

Если бы речь шла только о различии в содержании пигмента в анимальной и вегетативной половине яйца лягушки, то такое различие не заслуживало бы серьезного внимания. Однако, как мы видели, этот поверхностный признак строения яйца указывает на фундаментальные различия в строении будущего зародыша, и естественно возникает вопрос о физико-химических различиях этих неодинаковых по своей судьбе половин яйца. При помощи красок-индикаторов и специальных микрорезисторов удается показать, что анимальная и вегетативная половины яйца резко отличаются друг от друга по своей кислотности, причем более кислой оказалась вегетативная половина яйца. Наряду с этим найдены были различия в окислительной способности обеих половин яйца и в распределении в них электрических зарядов. Яйцо лягушки аналогично электрической батарее, положительный полюс которого расположен ближе к анимальному полюсу, а отрицательный — к вегетативному. После оплодотворения распределение электрических зарядов у полюсов яйца сменяется на обратное: анимальный полюс становится отрицательным, а вегетативный — положительным. Интересно, что с этим обращением электрических полюсов яйца совпадает по времени и появление серого серпа.

Полярные физико-химические различия были обнаружены и у других видов яиц, помимо лягушачьего. Сюда относятся яйца некоторых червей, рыб и млекопитающих (кролик). И здесь удается установить полярные различия в кислотности, которые наступают после созревания яйца. Именно в этот период, когда происходит перестройка содержимого яйца и распределение потенциалов его развития, устанавливаются полярные физико-химические различия, которые не ограничиваются, вероятно, одной только кислотностью. Об этом говорит более подробно исследованный случай полярности, показывающий ту связь, которая может существовать между кислотностью яйца и его формообразовательными гормонами.

Еще в конце прошлого века было замечено, что яйца некоторых морских водорослей всегда образуют корневой вырост — ризоид — на той своей стороне, которая обращена в сторону соседнего яйца. Это влияние соседних яиц друг на друга было названо «групповым эффектом». Оно наблюдается всегда в близко расположенных друг от друга яйцах и наводит на мысль о каком-то формообразовательном влиянии типа индукции, которое яйца водорослей могут оказывать друг на друга. Вскоре выяснилось, что образованием ризоидов можно управлять по произволу, воздействуя на оплодотворенное яйцо односторонним освещением (особенно синими лучами) или элек-

трическим током. Ризоиды образуются на теневой стороне в первом случае и на стороне, обращенной к положительному полюсу, — во втором. При неравномерном воздействии теплом ризоиды образуются на более теплой стороне.

Более детальное исследование показало, что в подкисленной морской воде «групповой эффект» выражен более резко, при подщелачивании же он становится отрицательным, т. е. ризоиды образуются на сторонах яиц, обращенных друг от друга. Это навело на мысль, что индукция ризоидов вызывается кислотностью среды. Действительно, «групповой эффект» можно вызвать даже в одиночном яйце, если поместить его в трубку, в которой кислотность убывает от одного конца к другому. Так как продукты обмена яиц подкисляют среду, в которой они развиваются, то становится понятным, что «групповой эффект» вызывается продуктами обмена соседних яиц, — существенную роль здесь играет выделяемая ими углекислота. Однако, в отличие от яиц амфибий, в этом случае удалось расцифровать и роль самой кислотности среды в процессах формообразования. Основную роль здесь играет, повидимому, гормон роста растений — ауксин, интенсивно изучаемый в течение последних лет. Роль кислотности среды заключается в том, что она создает оптимальные условия для действия этого гормона, способность которого вызывать образование ризоидов доказана экспериментально. Если это объяснение правильно, то связь обмена веществ яйца с формообразовательными процессами приобретает конкретное содержание. Все факторы, определяющие полярность яиц указанных водорослей, действуют косвенно, через посредство гормона ауксина, активизируя действие этого гормона или образование его в клетке, или перенос из одних клеток в другие.

Если между процессами детерминации зачатков в яйце и химическими процессами, протекающими в нем, действительно существует тесная связь, то она должна сказаться при сравнении яиц мозаичного типа с регуляционными яйцами. У первых, как мы знаем, детерминация зачатков наступает значительно раньше, чем у вторых. Первые опыты в этом направлении оправдывают наши ожидания. Хорошим примером мозаичного яйца могут служить яйца асцидий, — в них процессы созревания и оплодотворения ведут к распределению зачатков и ранней детерминации их развития. При помощи красок и других агентов удалось показать, что во время или после созревания этих яиц в них обособляются участки неодинаковой кислотности и окислительной способности. Эти различия сохраняются и у отдаленных потомков первых blastomerov яйца, и у личинки (рис. 8). Аналогично ведут себя яйца моллюсков и других яиц мозаичного типа. В критический момент жизни яйца, когда наступает детерминация зачатков, становятся заметны также физико-химические различия участков яйца, неравноценных в отношении их формообразования.

Как и следовало ожидать, в регуляционных яйцах типа яиц морского ежа аналогичных физико-химических различий довольно долго не удается обнаружить вовсе (рис. 8). Равноценности отдельных участков яйца и blastomerov вполне соответствует одинаковое их физико-химическое поведение. Только к началу гаструляции впервые становятся заметны зоны неодинаковой окислительной способности, а ведь именно в это время, как мы видели, детерминируется развитие зачатков органов, — стадия гаструлы является по-

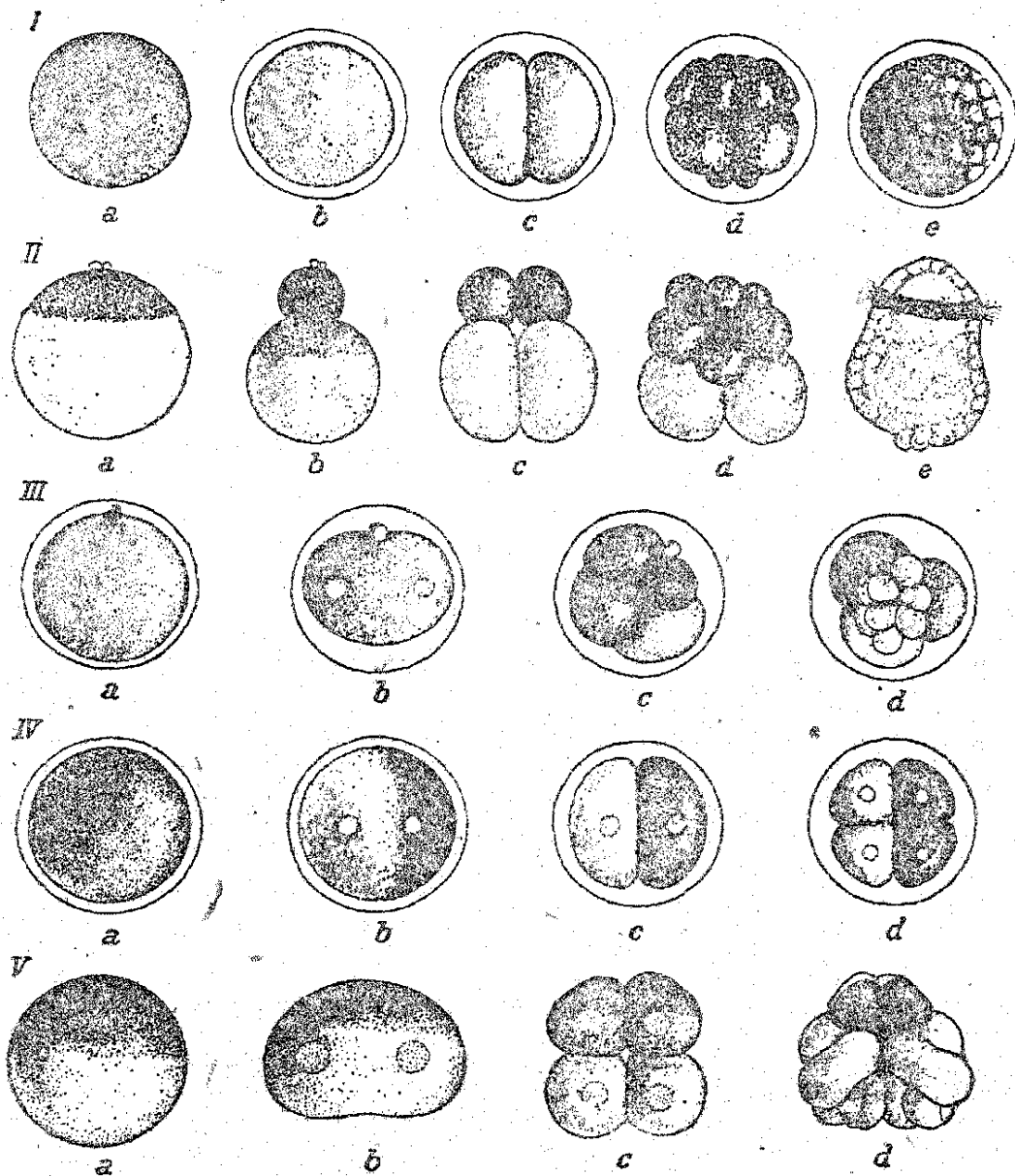


Рис. 8. Окислительные различия в яйцах мозаичного и регуляционного типа. I — морской еж — никаких различий между первыми бластомерами; II — моллюск — в недробленном яйце повышенная окислительная способность верхней анимальной половины, заметная и при дальнейшем развитии яйца, III — гидра — обособление участков зародыша с разной окислительной способностью особенно заметно на стадии четырех бластомеров (с); IV — кольчатый червь — окислительные различия становятся заметны уже во время первого дробления; V — асцидия — окислительные различия видны уже в недробленном яйце.

воротным пунктом развития, переходом от регуляционного развития к мозаичному.

Этими немногими данными изучение химических основ формообразования зародыша не исчерпывается, хотя число исследований пока не велико. Так, организационный центр был обнаружен и в яйцах морского ежа, в вегетативной его половине, и была установлена его связь с окислительными процессами в яйце. Начато изучение и некоторых ферментов яиц морского ежа и амфибий и их связи с процессами формообразования. Фактически за последние 10 лет положено только начало химической эмбриологии, сознательно связывающей процессы детерминации в яйце с процессами обмена, в нем протекающими. Химические исследования яйца ведутся довольно давно, однако они большей частью сводились к изучению химического состава яиц и к простой регистрации тех химических превращений, которые происходят в яйце по мере его развития. Эти данные, довольно многочисленные, представляют большую ценность и могут быть также

использованы новой химической эмбриологией.

Основная задача этой науки, как мы видели, заключается в том, чтобы подставить на место неопределенного понятия зачатков органов зародыша конкретные химические явления, лежащие в основе формообразования. Ведь до сих пор мы судим о значении того или иного участка яйца только по конечному результату его развития, — о его настоящем мы судим по его будущему. При химической постановке проблемы мы оперируем с конкретными процессами, а не с будущей формой органа зародыша. Дело не только, конечно, в этом преимуществе химического исследования яйца. Химические превращения составляют основу жизни, а следовательно и формообразования. До полного познания этой основы еще далеко, однако оно сулит не только понимание зарождения и развития жизни в яйце, но и управление этим развитием при помощи гормонов зародыша, а в этом активном вмешательстве в явления природы заключается цель научного исследования.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ



И. В. ГАРМОНОВ

В жизни человека и в развитии производительных сил человеческого общества роль подземных вод очень велика. В древние времена люди селились там, где подземные воды залегают на незначительной глубине или выходят на поверхность в виде источников.

В настоящее время водоснабжение

очень многих городов во всем мире основано на использовании подземных вод. Особое значение эти воды приобретают в тех районах, где нет поверхностных вод, или они имеются в недостаточном количестве, или неудовлетворительны по качеству. К таким районам у нас в СССР принадлежат большие площади, расположенные на юго-востоке страны. Кроме того, многочисленные отрасли народного хозяйства так или иначе сопряжены с использованием или удалением подземных вод (горное дело, орошение, осушение, дорожное и промышленное строительство и т. п.). Эксплуатация целого ряда полезных ископаемых (угля, руд и др.), залегающих ниже уровня подземных вод, становится возможной только при успешной борьбе с подземными водами. Поэтому развитие горнорудной промышленности в ряде районов может проходить успешно лишь при правильном разрешении задачи удаления подземных вод. Развитие промышленности предприятий, расходующих большое количество воды (химические, текстильные, сахарные, крахмальные, пивоваренные заводы, электростанции и др.) и расположенных в районах, где нет достаточного количества хорошей поверхностной воды, возможно лишь при наличии подземных вод. Чрезвычайно важную роль играют подземные воды в строительном деле. При сооружении подземных железных дорог, закладке фундаментов крупных зданий, строительстве железных и шоссейных дорог и т. п. часто требуются большие осушительные работы. Исключительное значение имеют подземные воды также и при гидротехническом строительстве. Сооружение плотин, гидростанций, каналов не может обойтись без изучения подземных вод района. Очень велика роль подземных вод и в сельском хозяйстве. Об этом говорит уже тот факт, что водоснабжение подавляющего большинства сельских местностей, колхозов и совхозов производится за счет подземных вод.

Учение о подземных водах в годы Отечественной войны поставлено на службу Красной Армии. Водоснабжение армии, борьба с подземными водами при строительстве всякого рода оборонительных сооружений требуют знания гидрогеологии — науки, занимающейся изучением подземных вод, их происхождением, условиями их

залегания, движения, выхода на поверхность. Гидрогеология изучает также условия проведения различных технических мероприятий по использованию или удалению подземных вод. Она тесно связана с геологией, занимающейся изучением земной коры, в которой залегают и перемещаются подземные воды. С другой стороны, гидрогеология близко соприкасается с химией, метеорологией и целым рядом технических наук. В земной коре вода находится в виде пара, растворенного в воздухе, заполняющем поры и трещины в горных породах, в жидком состоянии — в виде собственно подземных вод и в твердом состоянии — в виде льда.

В виде льда, в зимнее время, в нашем климате, воду можно наблюдать в верхних слоях земли, там, где она залегает выше нижней границы зимнего промерзания. В северных широтах Европы и Америки, где средняя температура ниже нуля, вся вода на глубине до 100 м и даже глубже находится в мерзлом состоянии и представляет собой твердую, мерзлую массу, известную под названием вечной мерзлоты. Верхний слой этой массы ежегодно оттаивает летом и снова замерзает зимой, вследствие чего вечная мерзлота не мешает развитию растительности.

Только в редких случаях горные породы, составляющие земную кору, бывают абсолютно плотными. Обычно в них содержится много пустот различной формы и размеров, в которых скопляются подземные воды. В большей части эти пустоты сообщаются между собой, так что вода свободно движется в породе. Различные водные свойства горных пород целиком зависят от характера заключающихся в них пустот, по которому горные породы можно грубо разделить на рыхлые и твердые.

В рыхлых, обломочных или зернистых породах, к которым относятся пески и галечники, промежутки между отдельными зернами называются порами. Пористость рыхлой породы зависит от размера слагающих ее зерен или частиц, от формы этих зерен и плотности их сложения. Вода, собирающаяся в порах рыхлых пород, представляет собой не сплошную массу, а как бы массу отдельных водяных нитей, движущихся в породе по законам гидравлики.

Твердые породы, к которым относятся граниты, известняки, доломиты, песчаники, сланцы и многие другие, разбиты обычно в разных направлениях трещинами различного размера, по которым могут циркулировать подземные воды. Кроме того, в таких породах, как известняки и доломиты, часто встречаются пещеры, каверны и каналы, образующиеся в результате выветривания, выщелачивания и вымывания породы. В пе-

щерах, или карстах, часто скопляются большие массы воды.

Происхождением подземных вод интересовались еще философы древней Греции, которые решали этот вопрос не путем наблюдений, а умозрительным. Платон полагал, что поверхностные и подземные воды суши происходят из океана, куда и возвращаются обратно через подземную область — Тартар. Аристотель высказал мнение, что подземные воды образуются в горах от сгущения холодного воздуха. Марк Витрувий Поллион впервые высказал мнение, что подземные воды и источники происходят от дождевых и снеговых вод, которые, просачиваясь в землю, встречаются на своем пути непроницаемые породы, вследствие чего и выходят в отдельных местах на поверхность. После древних философов и писателей только через полторы тысячи лет, с эпохи Возрождения, снова появляются попытки объяснить происхождение подземных вод. Французский физик Декарт полагал, что через подземные каналы морская вода проникает в глубь земли, где обращается в пар под влиянием внутреннего жара земли, и этот пар, поднимаясь в поверхностные горизонты земной коры, конденсируется, давая начало подземным водам. В 1686 г. известный физик Мариотт путем наблюдений за увлажнением грунтовых вод во время дождей дал реальное обоснование высказанной ранее теории образования подземных вод от инфильтрации (просачивания) выпадающих на поверхность земли атмосферных осадков. Долгое время вопрос о происхождении подземных вод казался окончательно решенным в пользу этой инфильтрационной теории, но в 1877 г. Отто Фольгер высказал предположение, что вся подземная вода происходит исключительно путем конденсации заключенных в воздухе водяных паров при проникновении этого воздуха в поры более охлажденной почвы. Он категорически возражал против возможности просачивания атмосферных осадков, доказывая, что даже сильные дожди проникают в почву лишь на незначительную глубину. Целый ряд возражений, сделанных противниками этой теории, подрывал гипотезу Фольгера, и она была забыта. Русский ученый А. Ф. Лебедев на основании своих работ 1907—1919 гг. внес в конденсационную теорию существенные изменения. Он полагал, что формирование подземных вод происходит за счет конденсации водяных паров, поступающих как из воздуха, так и из более глубоких частей земной коры. В то же время он не отрицал и возможности просачивания атмосферных осадков в землю и частичного образования подземных вод и этим путем. Эти две теории происхождения подземных вод — инфильтрационная и конденсационная — борются между собой в науке и в настоящее время.

Подземные воды различаются по целому ряду признаков, на основании которых выделяется несколько их типов: грунтовые воды, артезианские, минеральные и другие.

Подземные воды, залегающие в первом от поверхности водопроницаемом слое и не обладающие напором, называются грунтовыми водами. Когда эти воды вскрываются колодцами или буровыми скважинами, то они устанавливаются на том же уровне, на котором залегают в породе. Порода, в которой заключена вода, называется водоносным слоем, или водоносным горизонтом. Водонепроницаемая порода, подстилающая водоносный слой, называется водоупорным ложем. Поверхность грунтовых вод носит название их зеркала. Глубина залегания грунтовых

вод бывает различной. В некоторых случаях она достигает нескольких десятков метров, в других — грунтовые воды находятся на незначительной глубине и даже выступают на поверхность, заболачивая местность или способствуя образованию болот. Движение грунтовых вод в водоносном слое происходит под действием силы тяжести. Вода стекает от мест более высокого их залегания к местам с более низким залеганием. Обычно грунтовые воды движутся к пониженным участкам рельефа земной поверхности: к рекам, оврагам и различным впадинам, где они и выходят на поверхность в виде источников. К месту выхода грунтовых вод уровень их плавно понижается, образуя кривую поверхность, называемую депрессионной поверхностью. Область питания грунтовых вод обычно совпадает с областью их распространения. Источниками питания служат атмосферные осадки, но в некоторых случаях, особенно в южных районах, где атмосферных осадков выпадает мало, в питании грунтовых вод принимают участие и конденсационные воды. В тех случаях, когда грунтовые воды залегают ниже уровня поверхностных вод, питание их может происходить и за счет инфильтрации (просачивания) поверхностных вод — речных или озерных. Грунтовые воды, заполняющие некоторую замкнутую впадину в водоупорном ложе, не имеют свободного выхода на поверхность и образуют грунтовый бассейн.

Чаще всего грунтовые воды заключены в рыхлых поверхностных образованиях, в так называемых аллювиальных отложениях речных долин, сложенных обычно галечниками песками и супесями, в песчаных ледниковых отложениях, в суглинках и лессах степных районов, а также и в поверхностной зоне выветрелых твердых горных пород. Грунтовые воды в аллювиальных и ледниковых отложениях часто образуют огромные запасы воды. В районе Минска, к востоку от Москвы, между Окой и Волгой и в других районах песчаные ледниковые и аллювиальные отложения очень богаты грунтовыми водами. Грунтовые воды в районе г. Мытищ долгое время служили главным источником водоснабжения Москвы.

Другим, менее распространенным типом безнапорных вод являются межпластовые воды, насыщающие водопроницаемый слой, лежащий между водоупорными слоями, но не до его поверхности. Таким образом, поверхность воды в слое не соприкасается с водоупорной кровлей. Широко распространены воды в трещиноватых породах. Они могут быть и не напорными, со свободной поверхностью, и напорными, или артезианскими.

В твердых породах — как осадочных, так и изверженных — имеется много трещин различных размеров и направлений. Маленькие волосяные трещины, толщиной иногда с листок бумаги, встречаются в большом количестве. Трещины больших размеров — от нескольких миллиметров и до десятков сантиметров — встречаются реже. С глубиной количество трещин уменьшается, и они становятся тоньше. Поэтому в верхней части трещиноватых пород вода пользуется большим распространением.

В таких породах, как известняки, доломиты, гипсы, под действием выщелачивания подземными водами растворимых в воде веществ образуются пустоты (каналы, пещеры). Выщелачивание слоев часто проваливается, и таким путем возникают воронки, озера и другие впадины на земной поверхности. Совокупность этих явлений называется карстом.

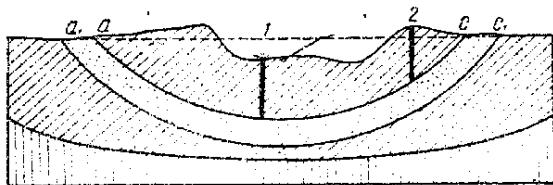


Рис 1. Мульдообразное залегание артезианских вод

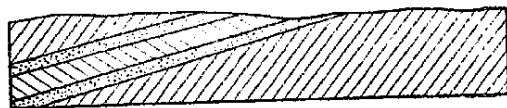


Рис. 2

Карстовые явления у нас в Союзе чаще всего наблюдаются в Крыму, на Кавказе, в районе г. Уфы, а также и в других районах, где залегают известняки и доломиты. Глубина карстовых воронок достигает 5–10 м, а диаметр чаще всего измеряется 10–30 м. Чтобы карстовый процесс мог возникнуть и развиваться, не достаточно только наличия растворяющихся в воде пород, но необходимо также, чтобы были условия для проникновения воды в их толщу. Эти условия в таких породах, как известняки и доломиты, могут возникнуть только при наличии в них трещиноватости. При своем движении по трещинам вода растворяет и уносит часть пород, постепенно расширяет трещины и превращает их в более широкие каналы. Так по существу и начинается формирование карста.

Напорные, или артезианские, воды образуются в тех случаях, когда водоносный слой залегает между водонепроницаемыми слоями, сложенными обычно глинами, суглинками или другими водонепроницаемыми породами. Водоносный слой может иметь самую разнообразную форму. Он может залегать как в виде плоскости — горизонтальной или наклонной к горизонту, так и в виде той или иной изогнутой поверхности. Наиболее простой формой залегания пород артезианского бассейна является так называемое синклинальное, или мульдообразное, залегание слоев, содержащих водоносный пласт (рис. 1).

На рисунке точками обозначен водоносный пласт. Сверху и снизу он заключен между водонепроницаемыми слоями, обозначенными штриховкой. Участки aa_1 и cc_1 — области питания данного водоносного горизонта. Уровень ac называется гидростатическим уровнем данного слоя. Давление, под которым находится вода в какой-нибудь точке слоя, определяется расстоянием по вертикали этой точки от гидростатического уровня. Если в точке 1 заложить буровую скважину и довести ее до водоносной породы, то в тот момент, когда скважина войдет в водоносный пласт, вода по ней поднимется вверх и будет переливаться через край трубы, так как скважина заложена ниже гидростатического уровня данного пласта. Если же буровую скважину заложить в точке 2 и углубить ее также до водоносного пласта, то уровень воды в этой скважине установится ниже поверхности земли, так как гидростатический уровень в этой точке проходит ниже поверхности земли. В природе, однако, наблюдается целый ряд отклонений от вышеописанного типичного случая. Водоносный пласт может выклиниваться в каком-нибудь одном из направлений, и в этом случае получение воды будет возможно только в той части мульды, где распространен водоносный горизонт. При изменении характера породы, слагающей водоносный пласт, например при переходе песка в глинистые пески, а затем в глины, водоносный пласт становится все менее и менее водопроницаемым.

Напорные воды могут также образоваться и

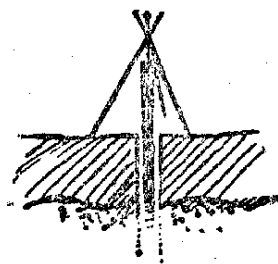
при наклонном залегании чередующихся между собой водопроницаемых и водонепроницаемых пластов (рис. 2). Вода артезианского водоносного горизонта может выходить на поверхность при пересечении водоносного пласта различными понижениями на земной поверхности — долиной реки или оврагом. В этом случае вода из водоносного слоя, находящаяся под напором, будет вытекать в виде восходящих ключей или родников. Качество артезианских вод во многом зависит от тех пород, по которым им приходится проходить, а также от области их питания, удаленной иногда на очень большие расстояния.

Примером мульдообразного строения артезианских бассейнов может служить Московский артезианский бассейн, сложенный известняками с прослоями глин. Сверху залегают известняки с водоупорными прослоями глин каменноугольного возраста, мощностью до 250–300 м. Ниже идут девонские отложения, сложенные в основном теми же породами, мощность которых, судя по глубокой скважине, пробуренной в Москве, больше тысячи метров. Каменноугольные и девонские отложения, согнутые в мульдообразную складку, покрыты сверху почти горизонтально залегающими, более молодыми отложениями. Площадь распространения Московского артезианского бассейна огромна. Московская область захватывает только центральную часть этого бассейна. В пределах Московской области обнаружено до 12 водоносных горизонтов, содержащихся в артезианском бассейне. В Москве используются воды верхних водоносных горизонтов. В самой Москве имеется около 300 буровых скважин, заложённых для получения воды. Средняя глубина большинства их от 30 до 150 м; количество воды, получаемое из них, от 31 до 38 м³ в час. Вода хорошего качества и используется различными промышленными и коммунальными предприятиями Москвы, на территории которых и заложены буровые скважины. Степень минерализации подземных вод Московского артезианского бассейна увеличивается с глубиной. В верхних водоносных горизонтах вода слабо минерализована и обладает хорошими питьевыми качествами. По мере углубления вода становится более минерализованной, а в глубоких горизонтах девона минерализация воды настолько велика, что вода может служить источником для получения поваренной соли. Добыча поваренной соли из минерализованных вод девонского водоносного горизонта ведется в г. Москве и ряде мест Ивановской области, где эти водоносные горизонты залегают на значительно меньшей глубине.

Другим примером обширного артезианского бассейна может служить Украинская мульда, заключающая в себе также несколько водоносных горизонтов. Водами этих горизонтов пользуются многие крупные города: Киев, Харьков, Полтава, Миргород, Курск, Н. Оскол и другие.

ГЛУБОКОЕ БУРЕНИЕ

КАРАКУМСКОЙ ПУСТЫНЕ



Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ



граница Туркмении и Ирана проходит по голому скалистому хребту Копет-даг. По северному его склону, вдоль которого проложена железная дорога, соединяющая Ташкент с Красноводском, по долинам сбегающих с хребта рек, расположились города, поселки, сады, хлопковые плантации. Севернее, куда уже не доходят ручьи и реки (частью разбираемые в предгорьях на поливы, частью просто иссякающие в сухом и жарком климате Туркмении), лежит плоская, унылая равнина, а еще севернее начинаются пески Каракумской пустыни. До горизонта здесь тянутся высокие, по 25—30 м, груды желтоватого песка, разделенные корытообразными, относительно широкими, до 75—150 м, понижениями¹. И в понижениях, и частью на самих грядах растет саксаул и некоторые другие кустарники. Тишина в пустыне..

День пути, два, три — все тот же ландшафт: песок, гряда, понижение, снова гряда... Кажется, ничего не может быть безотраднее и бесплоднее. Но это именно только кажется. Сухая и чахлая трава пустыни — отличный корм для овец и верблюдов, и тысячные стада их пасутся в Каракумах, медленно кочуя с места на место, от колодца к колодцу. Поджарые выносливые туркменские лошади также прекрасно чувствуют себя в пустыне.

Но не одним животноводством славятся Каракумы. В недавние годы здесь разведано крупное месторождение серы и построен рудник для ее добычи, флотационная фабрика. Двести с лишним километров трудной дороги по пескам отделяют Серный завод (как зовут его в Туркмении) от Ашхабада; гораздо более удобен и быстр воздушный способ сообщения, — самолеты привозят на Серный завод оборудование, продукты питания, иногда даже пресную воду, а увозят серу.

Геологов давно уже интересовал вопрос: только ли одной серой исчерпываются минеральные богатства Каракумов? Нет ли здесь и других полезных ископаемых, образующих скопления если и не прямо на поверхности, как сера, то на небольшой глубине, выгодной для разработки даже в условиях пустыни? Ведь в соседних с Каракумами районах известно много угольных месторождений, как по восточному берегу Каспийского моря — в горах Мангис-тау, Большой Балхан, Туар-кыр; известна нефть и многочисленные при-

знаки нефтепроявления в западном Копет-даге, на Мангис-тау, в районе Питняка, в низовьях Аму-дарьи. На Мангис-тау есть фосфориты и крупнейшие марганцевые месторождения.

Все эти полезные ископаемые приурочены к породам более древнего геологического возраста, чем те, которые слагают с поверхности Каракумы, к породам так называемой мезозойской группы осадков (кроме марганцевых руд, залегающих в Мангис-тау в толще более молодых, кайнозойских или третичных пород, самые верхние горизонты которых мы и видим в Каракумах). На какой глубине слои этого возраста могут залегать в пустыне и сохраняют ли они здесь характерные для них в соседних районах полезные ископаемые, особенно столь промышленно важные, как уголь и нефть? Эти вопросы давно занимали советских геологов, в том числе и таких крупных ученых, как покойные академики А. Д. Архангельский и И. М. Губкин.

Ясных и убедительных ответов не было. Пески и самые молодые из третичных пород покрывают всю площадь Каракумов, пряча от взора геолога интересующие его толщи. Общих рассуждений, основанных на знакомстве со строением соседних областей, было недостаточно. Не могли в должной мере подкрепить их и немногочисленные данные геофизических исследований.

Еще в большей степени важен для Каракумов вопрос об обеспеченности водой. Вода ценится здесь превыше всего, и если вы набредете в пустыне на лагерь туркмен-пастухов, вас сначала угостят чаем, а потом спросят, кто вы и откуда. Человек в пустыне всегда хочет пить. Верблюд, не поенный трое суток, теряет свое медлительное спокойствие, — он ложится, кричит, его мучает жажда, он не может идти. В долгие летние месяцы здесь не выпадает ни капли дождя, а каждый день на безоблачное небо выплывает раскаленный солнечный шар.

Правда, в Каракумах много колодцев, но в большинстве из них воды хватает на нужды одного-двух аулов с их стадами; здесь часами приходится ожидать, пока в колодце снова наберется вода. Во многих случаях она солоная или горько-солонная; не всякое животное пьет ее; часто и на людей и на скотину она действует, как хорошее слабительное, изнуряя организм при долгом употреблении. Ни для развития крупного колхозного и совхозного животноводства, ни тем более — для развития промышленности наличные запасы поверхностных вод в Каракумах не достаточны. Мы уже говорили, что нередко на Серный завод пресную воду доставляли из Ашхабада на самолетах. Проблему обеспечения водой

¹ По общераспространенному мнению, Каракумы — это парство сыпучих барханов; в действительности барханы здесь имеются лишь в немногих местах и в небольшом количестве, наиболее широко распространены грядовые пески.

можно решить за счет более глубоких водоносных горизонтов, остающихся пока такими же неизвестными, как и возможные угленосные или нефтеносные пласты.

Чтобы получить хоть небольшой, но вполне конкретный материал о геологическом строении Каракумов и об их возможных минеральных богатствах, Туркменским геологическим управлением Комитета по делам геологии при СНК СССР была заложена в 1941 г. на Серном заводе глубокая буровая скважина. Организация работ представляла исключительные трудности, так как все оборудование, материалы, снаряжение приходилось доставлять из Ашхабада за двести километров, по пескам или же самолетом. Нехватало воды, необходимой при производстве глубокого бурения. Вследствие сильной засоленности местные глины оказались не пригодными для изготовления глинистого раствора, служащего при бурении для закрепления стенок скважины (своего рода заштукатуривание их). Песок засорял механизмы.

Геологи преодолели все эти трудности. В декабре 1942 г. скважина углубилась уже свыше чем на 300 м. Извлеченный из нее керн (т. е. выбуренная колонка пород) был исследован одним из лучших знатоков мезозоя Туркмении, геологом Н. П. Лупповым. Исследование это носит еще предварительный характер, но результаты его уже и сейчас весьма интересны.

При заложении скважины геологи ставили задачу дойти до мезозойских отложений и несколько углубиться в них, а при определении ее проектной глубины исходили из средних мощностей тех пород, которые развиты в соседних с Каракумами районах и которые ожидали встретить в скважине. Предполагалось, что под толщей верхнетретичных (или неогеновых) осадков, слагающих с поверхности Каракумы, будут пройдены присутствующие и в Копет-даге, и в Мангистау, и во всех других прилегающих к пустыне районах нижнетретичные (или палеогеновые) породы. Под ними, на глубине около 400 м, должны были начаться верхнемеловые отложения, очень широко распространенные во всей Средней Азии и принадлежащие уже к верхней части мезозойской группы. Не исключалась возможность, что удастся дойти и до лежащих под ними пластов нижнемеловых пород (интересных по наличию в них в Питняке нефтепроявлений). До еще более древних, юрских осадков (являющихся здесь повсеместно угленосными) скважина при своей проектной глубине около 700 м достичь уже не могла.

В действительности целый ряд горизонтов оказался на Серном заводе отсутствующим. Непосредственно под неогеновыми отложениями скважина вошла в породы, принадлежащие к нижней части верхнемеловой системы; породы средней и верхней ее частей так же, как и всей палеогеновой системы на Серном заводе, отсутствуют. Под верхнемеловыми осадками скважина обнаружила в нормальной последовательности нижнемеловые, и в настоящее время забой ее находится в верхней их части, на глубине около 330 м от поверхности. Мощности пройденных слоев оказались меньшими, чем предполагали вначале.

Окончательные выводы по Каракумской скважине можно будет сделать только после всесторонней обработки полученных материалов, после определения содержащихся в породах

остатков организмов (в том числе микрофауны), изучения минералогического и химического состава пород и т. д. Однако уже в настоящий момент несомненно, что в районе Серного завода те мезозойские отложения, которые интересны с точки зрения их возможной угле- и нефтеносности, залегают на значительно меньшей глубине, чем предполагалось раньше.

При продолжении бурения до проектной глубины, т. е. до 700 м, весьма вероятно, что удастся целиком пройти отложения нижнемеловой системы и пробурить часть пород юрской толщи. Это, естественно, очень повышает интерес к скважине и делает совершенно обязательным доведение бурения до максимально возможной глубины.

Нельзя, конечно, рассчитывать на то, что в скважине обязательно будут встречены пласты угля, или из нее ударит нефтяной фонтан и т. д., но общий состав пород и их сравнение с разновозрастными отложениями тех районов, где они являются угле- или нефтеносными, позволит уже гораздо определеннее судить о возможности обнаружения этих полезных ископаемых и в Каракумах. А для суждения о глубинах их залегания скважина даст непосредственные данные.

Неполноту геологического разреза района Серного завода, с выпадением некоторых горизонтов и уменьшением мощностей других по сравнению с прилежащими областями (например, Копет-дагом), приходится объяснять наличием здесь на глубине антиклинальной складки (т. е. складки, обращенной своей выпуклой стороной кверху) мезозойских пород, перекрытой горизонтально лежащими слоями неогена. Представляя собой некогда определенное повышение в рельефе, эта складка в континентальную эпоху конца палеогенового времени была, повидимому, размыта ручьями, дождевыми и снеготалыми водами; при этом были уничтожены породы, слагавшие ее верхнюю часть, — палеогеновые и большая часть верхнемеловых; нахлынувшее позднее неогеновое море докончило это разрушение, окончательно выравняв местность; отложившиеся в нем осадки горизонтальным чехлом покрыли все более древние образования. Таким образом, в районе Серного завода обнаружены остатки какого-то складчатого сооружения, возможно отвечающего не изолированной складке, а целой их группе, подобно тому как это имеет место в районе Туаркыра по восточному берегу залива Кара-бугаз на Каспийском море.


Примеры существования древних складчатых систем, погребенных на значительной глубине под толщей горизонтально залегающих более молодых осадков, известны во многих районах, но для Каракумов устанавливаются впервые, хотя о возможности такого явления для них говорил в свое время академик А. Д. Архангельский, основываясь на общих соображениях о геологическом строении Средней Азии.

Пока преждевременно говорить о характере складчатых структур района Серного завода, о том, какую они занимают площадь в Каракумах и с какими из складчатых сооружений соседних областей их надо связывать (хотя почти несомненно их в общем широтное простираие и — в той или иной степени — связь со складками Мангистау, Туаркыра, Большого Балхана). Это будет выяснено дальнейшими исследованиями, а пока более важен бесспорный факт наличия под песками Каракумов остатков древней горной системы.

В ПОМОЩЬ ОГОРОДНИКУ И САДОВОДУ

ВЕСЕННИЕ И ЛЕТНИЕ РАБОТЫ В САДУ

М. М. НЕЧАЕВ



естокие морозы 1928/29 и 1941/42 гг. погубили огромное количество яблонь и груш в центральных областях Европейской части СССР. Мы едва ли на много ошибемся, если убьем плодовых деревьев в Мос-

ковской и прилегающих областях определим в 90% их общего количества. Многие, вероятно, не знали совета покойного И. В. Мичурина: спилить весной поврежденные морозом деревья несколько выше линии прививки, и тогда из нижней части ствола (выше линии прививки) пойдут новые ветви, которые в первый же год могут достигнуть 2 м, а спустя 3—4 года уже начнут плодоносить. Эта мера сохранила бы огромное количество плодовых деревьев.

Наступила весна. Снег стаял. Земля обогрелась. Что же должен делать садовод весной и летом?

Плодовые деревья (яблоки, груши, сливы, вишни) и ягодные кустарники (смородина, крыжовник, малина, крупноплодная земляника) требуют различного ухода и поэтому должны рассматриваться отдельно. Первая задача садовода — привести почву сада в такое состояние, чтобы она легко пропускала влагу к корням, была воздухопроницаема, чтобы в ней быстрее разлагались органические остатки и вместе с тем уничтожались бы сорные растения, отнимающие пищу от культурных растений. Эта задача решается путем окапывания по приствольным кольцам культурных растений на глубину 30—50 см, а близ ствола на глубину 15—18 см, у плодовых деревьев — на ширину распространения корневой системы. Эти кольца следует держать и летом в рыхлом состоянии. Некоторые рекомендуют держать под черным паром вообще всю почву под плодовыми деревьями. После перекопки полезно покрывать приствольные круги материалами, пре-

дохраняющими их от высыхания (навоз, перегной, опилки, солома и пр.).

Вторая забота садовода — удобрение почвы. Лучшим удобрением и для плодовых деревьев и для ягодников будет навоз (скотский, птичий), затем торф с фекалиями и компост (перегнившие остатки компостных куч — помойных ям). Это удобрение улучшает и физические свойства почв: глинистые почвы (холодные), тяжелые, воздухопроницаемые, делаются рыхлыми и лучше согреваются; песчаные почвы (теплые), легко рассыпающиеся, бедные питательными веществами, делаются более связными и плодородными. Эти удобрения при перекопке зарываются неглубоко в почву. Дополнением к навозу служит зола, содержащая в себе фосфорные и калийные вещества. Значительно повышает урожай внесение минеральных удобрений — азотистых (селитра, сульфатаммоний), фосфористых (суперфосфат, томас-шлак, фосфориты, костяная мука) и калийных (хлористый калий, сернокислый калий), хотя по условиям военного времени получение их ныне в достаточном количестве затруднительно. Минеральные удобрения вносятся весной, недели за 2—3 до цветения. Они весьма пригодны для подкормки растений в течение второй половины весны и летом. Хорошей подкормкой является навозная жижа (литр на ведро воды).

Особенно хорошо отзываются плодовые деревья на азотистые удобрения. При достаточном количестве удобрений урожайность повышается в среднем на 120—150%, а иногда доходит до 300% сравнительно с неудобренным участком. Если почва не перекапывается, делается залуженной, то минеральные вещества действуют хуже навоза, а при паровании — лучше.

Дозы для минеральных удобрений: для сульфатаммония — 1,6—2,0 ц на 1 га, для суперфосфата — 4,5 ц, для калийной соли — 4 ц. При расчете на плодородное дерево это составит примерно 200 г суперфосфата, 150 г калийной соли и 150 г сульфатаммония. Некоторые из минеральных удобре-

ний можно вносить и осенью (фосфориты, костяная мука, сульфатаммоний, калийные соли), с обязательной заделкой на глубину 10–15 см, так как они сильно поглощаются почвой. Во многих случаях полезно бывает известкование почвы — внесение гашеной извести или старой извести. Известь особенно необходима для косточковых плодовых деревьев (вишни, сливы). Она значительно улучшает тяжелые глинистые почвы.

Плодовый сад

При разбивке нового сада следует держаться определенных правил, чтобы впоследствии деревья не мешали друг другу. Деревья сажают рядами. У яблонь ширина междурядий — 10–12 м, расстояние в рядах между деревьями 8–10 м; у груш, соответственно, 10 и 6–7 м; у слив 6 и 4–6 м; у вишен 6 и 4 м. Чтобы в первые годы не терять урожая в междурядьях, их занимают или клевером, обогащающим почву азотом, в смеси с тимомеевой, или пропашными растениями (корне- и клубненосными), при которых часто рыхлится земля и создаются лучшие условия для развития плодовых деревьев. Выгодно в первые годы занимать междурядья ягодниками — крыжовником и смородиной.

Посадочный материал должен соответствовать климатическим условиям района (морозоустойчивость), его почвенным условиям, плодородию, должен рано вступить в плодоношение, обильно и ежегодно плодоносить. Посадка однолетниками дает в северной и средней зонах худшие результаты, чем посадка двухлетними саженцами.

Относительно размещения сортов в насаждении нужно принять во внимание, что у плодовых деревьев есть сорта самоплодные, т. е. опыляющиеся собственной пылью, и самобесплодные, плодоносящие только при опылении пылью других сортов. Бесплодие объясняется неодновременным созреванием рыльца и пыльника у одного и того же сорта, деформацией тычинок и пыльников, отсутствием пыльника, махровостью цветов и неблагоприятными внешними условиями (дождь, холод, ветер и пр.). Почти все сорта яблонь и груш и большая часть сортов вишен и слив самобесплодны. Поэтому засаживать сад одним сортом плодовых деревьев нельзя. Сорт-опылитель должен цвести одновременно с основным сортом и ежегодно давать обильную и доброкачественную пыльцу. Опыление у плодовых деревьев происходит с помощью пчел, вследствие чего целесообразно размещение между ними ульев. При разбивке молодого сада следует сажать вместе сорта, одновременно вступающие в пору плодоношения и имеющие одинаковую продолжительность жизни дерева. Нельзя, например, сажать скороспелый сорт «боровинка» с позднорежевающим сортом «бабушкино».

Лучшее время для посадки в центральной полосе — ранняя весна. Запоздалая весенняя посадка часто бывает неудачна. При посадке удаляются только погибшие, отгнившие или пораженные болезнями корни. Недопустимо подсыхание корней. Его предупреждают обмакиванием корней в раствор глины с коровяком. При посадке, в центр ямы вбивают кол, к которому для устойчивости подвязывают дерево. Вниз сбрасывают верхний дерновый слой земли, сверху — более глубокий. При закапывании корни расправляют и землю притаптывают. После посадки крону обрезают с целью сокращения листовой поверхности и уменьшения испарения, дерево поливают

2–3 ведрами воды, а приствольный круг прикрывают перепревшим навозом.

У более старых деревьев при весенней пересадке корневую поросль удаляют, отрезая ее до самого основания. Далее, стволы очищают от мхов и лишайников, в которых нередко прячутся вредители сада, обмазывают глиной и белят известью. Если крона слишком густа, ее прореживают путем удаления лишних сучьев, в первую очередь сухих и поврежденных морозом. Предпочитают при формировании кроны и при обрезке получить менее рослые растения с более раскидистой кроной. Такая форма плодовых деревьев удобнее для обслуживания, создает устойчивый, прочно связанный со стволом скелет основных сучьев, способных без подпор или с небольшим количеством их выдерживать тяжесть урожая, и обеспечивает свободный доступ в крону воздуха и света. Сильная короткая обрезка вредна, так как она вызывает буйный рост боковых ответвлений и сильно заглушает крону, что требует новой, большой обрезки и отдалит наступление поры массового плодоношения. Обрезку производят ранней весной до начала сокодвижения. Все срезы, сделанные садовой пилой, сглаживаются ножом, и раны покрываются замазкой. Для вишен предпочтительнее кустовая форма, дающая лучшие результаты в смысле скорости наступления плодоношения.

Дальнейшая работа должна состоять в охране плодовых деревьев от вредителей. Особенно много вредителей у яблони. Чаще всего встречаются: яблонная медяница, яблонный цветоед, яблонная плодоярка, майская моль, зимняя пяденица, казарка, боярышниковый слоник, далее — тли, гусеницы разных бабочек. Эти вредители губят бутоны, выедают завязи, пожирают листья, портят плоды; их уничтожают опрыскиванием разными ядовитыми для них веществами. Ранней весной стараются уничтожить на ветвях яйца тлей, яблонной медяницы и зимней пяденицы, которые, развившись в личинки, губят молодые листья. На раскрывшиеся плодовые почки откладывают яйца долгоносики (яблонный цветоед и др.); личинки их выедают завязи и губят урожай. Листья поедают гусеницы разных бабочек. Проникновение к ветвям долгоносиков задерживают также обвязыванием стволов клеевыми кольцами (узкие полоски бумаги, смазанные клеем). Весной же вырезают до живого места сухие и поврежденные ветви, в которых могут ютиться короеды, жуки-усачи, а также и споры мицелия парши, черного рака. Все обрезанные сучья немедленно удаляют за пределы сада и сжигают.

После цветения, когда чашелистики на плодах сомкнулись, молодые плоды подвергаются нападению гусениц бабочки-плодожорки, яблонной моли и др., а также на них начинают развиваться грибы-вредители (парша и др.).

У груши вредителей меньше; это большей частью все те же вредители, что и у яблони (яблонный цветоед и др.). Из грибных болезней особенно часты у груши парша и плодовая гниль.

Для сливы особенно вредны жук-казарка и боярышниковый долгоносик, уничтожающие завязь. Из грибных болезней особенно часты серая гниль и сумчатая болезнь (так называемые кармашки).

У вишен вредителей значительно меньше, чем у яблонь и груш.

О вредителях плодового сада в нашем журнале будет дана специальная статья.

Ягодники выгодно отличаются от плодовых деревьев тем, что они быстро вступают в пору плодоношения, сравнительно не требовательны к климату, урожай созревает раньше, посадочный материал стоит дешевле и легче добывается.

Земляника крупноплодная. Среди ягодных культур земляника почти во всех странах занимает первое место. Причиной этого является высокая хозяйственная ценность ее. Она начинает плодоносить ежегодно со второго года после посадки; ягоды ее, крупные, высокого качества, созревают раньше, чем у других ягодных культур; пригодны для потребления в свежем виде и для технической переработки. Морозы под снежным покровом переносит хорошо. Растет кустиками 20–30 см высоты с неглубоко (25–30 см) идущими корнями, вследствие чего верхний слой почвы должен быть обеспечен влагой и достаточным количеством питательных веществ. В малых хозяйствах землянику сажают на грядах, в больших — посадка безгрядовая, на низких местах — с предварительной мелиорацией и осушением участка. Размножается чаще стелющимися стеблями, так называемыми усами, реже — делением кустов; посадку производят или осенью (для Московской области с половины августа до конца сентября), или весной, пока земля еще не пересохла (конец апреля — половина мая). Усы берут от молодых кустов, не старше 2–3-летнего возраста. Выбирают для рассады кустики с хорошо развитыми листьями, со здоровой верхушечной почкой и сильной корневой системой (корни не короче 4–6 см). Площадь, где находится земляника, должна быть защищена от господствующих ветров. К почве земляника не требовательна, лишь бы почва была воздухопроницаема, достаточно питательна и не слишком сыра. Тяжелые глинистые почвы улучшают внесением большого количества навоза или торфа. Предшественниками должны быть бобовые растения или пропашные культуры (картофель, свекла и пр.). Держать на одном месте землянику свыше 4–5 лет нерационально, так как урожай ее резко падает, почва сильно истощается, появляется масса сорняков и вредных насекомых. Сажают землянику после глубокой перекопки с одновременным внесением в почву перепревшего навоза или торфа. При посадке ранней осенью рассада успеет укорениться. Весной посадку необходимо производить как можно раньше, в самые сжатые сроки. Сажают ее рядами, предпочтительнее с севера на юг, так как при таком расположении растения не затеняют друг друга. Кустики закапывают по самую корневую шейку, тщательно расправляя корни и обжимая их мягкой землей.

После посадки растения поливают, присыпают перегноем или мелкой соломой, чтобы не образовалась корка и не испарялась влага. Если посадка запоздала, следует удалить все листья кроме 1–2 около середины, чтобы сократить испарение воды. При безгрядовой посадке расстояние между рядами 90 см, а в рядах кустик от кустика — 30 см, если посадка однострочная; при двухстрочной посадке (парами строчек) расстояние между лентами 1 м, а между рядами в каждой ленте и между растениями в рядах — 30 см; при трехстрочной посадке расстояние между лентами 1 м, между строчками и растениями — 30 см. Лучший способ — двухстрочный. При кустовом способе посадки усы до конца плодоношения следует удалять, чем достигается продукция высокого ка-

чества. При ленточном способе усы не удаляют и все пространство заполняют земляникой; которая заглушает сорняки, причем качество продукции будет ниже, но количество ее будет больше.

Весной земляника может пострадать от заморозков, которые губят цветы; в этих случаях кусты нужно закрывать или зажигать дымовые кучи. Почву следует разрыхлять несколько раз в течение лета, мульчировать (закрывать) междурядия для сохранения влаги в почве и заглушения сорняков. В качестве мульчи применяются навоз, солома, мякина, сухие листья, опилки, торф, мульч-бумага. Мульчирование улучшает качество ягод и увеличивает урожайность. Для предохранения ягод от загрязнения вносят под кустики подстилку (солома, сухой соломистый навоз, древесные листья, торф). Во второй половине лета удаляют лишние усы, которые идут на новые посадки. Ранней весной после первого рыхления следует удобрять растения навозом или минеральными удобрениями (непосредственно под кусты). Сбор ягод производят или утром, когда обсохнет роса, или после полудня, когда спадет жара. Для лучшего сохранения их собирают с черешком и чашечкой, иначе ягоды быстро портятся. Сбор следует производить через 1–3 дня, смотря по сорту.

Смородина. Наиболее широкое распространение имеет черная смородина, обладающая наибольшим количеством витаминов и идущая главным образом на техническую переработку (варенье, желе, наливки, карамельное производство). Лучше всего плодоносят 2–3-летние ветви; у более старых урожайность сильно падает и ягоды мельчают. Наибольшее количество ягод дают 8-летние кусты.

Крыжовник. Плоды его пригодны для употребления при различной степени зрелости: незрелые плоды употребляют для технической переработки (варенье), полужелтые — для варки варенья и консервирования, зрелые употребляют в свежем виде, так как обладают хорошими вкусовыми качествами. Цветет много раньше смородины. Цветение продолжается 12–13 дней. Платация начинает плодоносить на третий год после посадки и может существовать до 20 лет.

Черная смородина лучше удается на влажных тяжелых суглинках, белая и красная смородина — на хорошо освещенных легких супесчаных и суглинистых почвах; крыжовник предпочитает умеренно влажные почвы. Грунтовые воды не должны быть ближе 1,5 м от поверхности.

Лучшее удобрение под смородину и крыжовник — навоз, но они хорошо отзываются и на минеральные удобрения. Навоз вносят рано весной и немедленно запахивают. Начиная с 4–5-летнего возраста кусты ранней весной, до набухания почек, нужно прореживать, удаляя лишние побеги и, прежде всего, сухие и поломанные; у смородины удаляют стебли старше 4 лет, а затем и часть молодых, оставляя наиболее сильные и правильно растущие. Старые кусты омолаживают, коротко обрезают старые ветви, оставляя только 1–2-летние, причем производят перекопку почвы вокруг кустов и удобрение навозом. В следующем году производят обычное прореживание кустов, оставляя 5–6 хорошо развитых и правильно растущих веток.

Размножение смородины и крыжовника. Черная смородина особенно легко размножается черенками, которые режут до набухания почек с сильно развитых и здоровых однолетних побегов (их можно резать и осенью и зимой, со-

храня в подвалах в земле). Почву под черенки выбирают наиболее плодородную, хорошо разрабатанную и очищенную от сорняков, предпочтительно после пропашных растений. Посадку производят ранней весной, как только почва немного просохнет. Наилучшие результаты дают черенки длиной 20–25 см и более, не слишком тонкие. Посадку производят на легких почвах во всю длину черенка, оставляя на поверхности 1–2 почки, на тяжелых почвах на $\frac{3}{4}$ длины. Сажают предпочтительно в наклонном положении. Через один (при хорошей почве) или два года растения пересаживают на постоянное место.

Крыжовник черенками размножается труднее. Для черенкования берут травянистые, хорошо вызревшие и не успевшие одревеснеть ветви; работу с посадкой начинают с июня. Смородину и крыжовник размножают также и отводками. Для этого весной маточные растения коротко обрезают, вследствие чего появляется обильная молодая поросль. Следующей весной слабые побеги удаляют, а сильные пригибают к разрыхленной земле, укрепляют колышками и засыпают землей на глубину 15–20 см. К осени побеги укореняются, их отрезают от материнского растения и кустики рассаживают. От одного маточного куста крыжовника можно получить таким образом 25–30 штук отводков. Можно также размножать крыжовник и смородину путем окуливания. Ранней весной, когда растения находятся еще в периоде покоя, все ветви кустов срезают, оставляя только короткие пеньки, которые дадут обильную поросль. В июле их окуливают сантиметров на десять разрыхленной землей, смешанной с навозом. Окоренившиеся растения отделяют от маточного растения и переносят в питомник. В сезон можно получить от одного растения 15–25 штук молодых растений. Можно размножать ягодники и делением кустов. Посадку кустов смородины следует производить ранней весной до распускания почек или осенью после листопада, крыжовник — предпочтительно осенью. Перед посадкой надземную часть куста обрезают, оставляя пеньки 12–15 см длиной, с целью уменьшения испаряющей поверхности и лучшего ветвления куста. Кусты сажают немного глубже, чем они сидели, так как часть стебля, засыпанная землей, дает дополнительные корни и тем усиливает питание растения. Крыжовник и смородину сажают рядами на 2 м расстояния ряд от ряда и на 1,5–1,75 м расстояния куст от куста. Первый год пространство между кустами в ряду используют под пропашные или огородные культуры (картофель, огурцы, свекла).

Борьба с вредителями. Смородине вредят смородинная златка, стеклянница (личинка выгрызает сердцевину), тля. Для уничтожения их весной, до набухания почек, вырезают все застаревшие и поврежденные ветви, срезая их до корня и не оставляя пеньков; на остальных ветвях обрезают искривленные концы, указывающие на нахождение тлей. Вырезанные части сжигают. После цветения смородине могут вредить личинки пилильщиков и грибы, вызывающие пятнистость листьев.

Главнейшим врагом крыжовника является американская мушкетерская роса (сферотека), погубившая огромное количество насаждений крыжовника. Она покрывает серым налетом ветви и ягоды. Для ее уничтожения ранней весной опрыскивают кусты раствором полисульфида кальция (1:8), который одновременно убивает и яйца тлей. Когда почки начинают распускаться, кусты опрыскивают 0,2% раствором мышьяковистокис-

лой извести (арсенат кальция) с добавкой двойного количества извести; опрыскивание производят неоднократно вплоть до окончания сбора урожая. Против сферотеки помогает также опрыскивание раствором соды.

Малина — многолетнее растение с двухлетним периодом развития стеблей. Первый год развиваются облиственные побеги, которые, к осени деревенеют, а на следующий год плодоносят, после чего засыхают. Поэтому осенью или ранней весной плодоносившие стебли удаляют.

Родоначальником европейских малин является лесная малина. Кусты малины большей частью прямостоячие, достигают 1,5–2 м высоты, корневая поросль обильная с большим количеством придаточных корней, урожайность высокая. Ягоды употребляются в сыром виде и для технической переработки. Цветение наступает только в июне, вследствие чего малина не страдает от весенних заморозков. Первый урожай малина дает на второй год после посадки, наибольший — на 4–5-м году; урожай держится до 10 лет, после чего кусты стареют, а после 12 лет их следует выкорчевывать.

Размножают малину главным образом корневой порослью или корневыми черенками (усанка), которые высаживают рано весной. Сырых мест малина не переносит, требует хорошего органического удобрения, лучше удается на супесчаных, суглинистых и черноземных почвах; на неудобренных местах плохо развивается и дает низкий урожай. Посадку производят до распускания почек или поздней осенью после опадения листьев. Для посадки берут кустики с хорошо развитыми и вызревшими однолетними побегами и сильными корнями, причем верхушку срезают, оставляя стебли длиной 30–35 см над землей. Сажают рядами, ряд от ряда на 2 м, а куст от куста на 1 м. Удобрение кладут под самые кустики. Минеральные удобрения вносят за 15–20 дней до посадки. Под плодоносящие кусты вносят органические удобрения (перепревший навоз, компост, ночное золото) осенью или ранней весной, заделывая их на глубину 7–8 см. Главный уход в течение лета состоит в систематическом рыхлении почвы и удалении сорняков. У тех сортов малины, которые дают обильную поросль, приходится удалять лишние растения поросли, чтобы они не истощали основных плодоносящих кустов.

Культура малины может быть или кустовая, причем на кусте оставляют 12–15 здоровых побегов, или сплошная, причем растения разрастаются и занимают все пространство между кустами в рядах; ширину допускают не больше 50 см, а лишние побеги удаляют.

Некоторые сорта малины имеют стебли достаточно крепкие и в подвязке не нуждаются (сорт Мальборо), у других они достигают большой величины, сгибаются под тяжестью урожая или даже обламываются; их необходимо подвязывать к колу или к протянутой по ряду проволоке, или к тонким жердям. В последнем случае урожай значительно увеличивается.

Ягоды малины созревают с половины июля в течение месяца. Для транспортировки их собирают с черешками и стержнем, так как иначе они сильно мнутся и портятся. Для употребления на месте и для технической переработки их можно собирать и без стержней.

Для предохранения от вымерзания стебли поздней осенью пригибают к земле и припиливают развилками. В таком виде малина прекрасно перезимовывает.



КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Страны мира. Краткий справочник под ред. П. Ф. Юдина и Ф. Н. Петрова. Гос. инст. «Советская энциклопедия». Огиз. Москва, 1942 г. 263 стр. Тираж 50 000. Ц. 7 р.

Перед нами изящно изданная книжечка в хорошем переплете, очень портативная, маленькая, но весьма содержательная. Редакция в предисловии так определяет цели издания: «Выпуская справочник «Страны мира», Гос. институт «Советская энциклопедия» ставит своей задачей дать в сжатом виде основные справочные сведения о географии и политическом делении мира, мировых ресурсах сырья, топлива и продовольствия, некоторых показателях военного потенциала агрессоров и борющихся с ними демократических держав; в справочнике приведены также основные данные о природе, экономике и вооруженных силах важнейших государств земного шара».

Содержание книжечки исключительно богато, дающее ответ на множество запросов читателей, интересующихся современной экономикой мира, ресурсами воюющих стран, годное для огромного круга советских читателей.

Остановимся несколько подробнее на содержимом издания.

В начале, на 13 страничках, даются сведения о «географии мира» общего содержания, очень полезные для всех, кто забыл величину земли, высоту важнейших горных вершин, длину важнейших рек и т. д. Во второй главе помещены сведения о добыче нефти, каменного угля, железа, марганца, меди, свинца, олова, никеля, бокситов и пр. в зарубежных странах, т. е. о стратегическом сырье, играющем огромную роль во второй мировой войне. В третьей главе даются цифры выплавки важнейших металлов в разных странах. Сведения даются большей частью кончая 1940 г., т. е. вполне свежие, но конечно, за время войны + 1941 и 1942 гг. — цифры значительно изменились в сторону их увеличения. Особенно обращает на себя внимание огромная роль США, идущих далеко впереди других стран и по добыче и по выплавке (75% мировой добычи нефти, 45% каменного угля, около 50% железа, свыше 35% меди, 20% цинка, 50% выплавки стали, 45% выплавки меди, около 50% выплавки алюминия и т. д.).

Четвертая глава дает цифры по производству сельскохозяйственных продуктов (без СССР): пшеницы, ячменя, овса и кукурузы, сахара, каучука-сырца (почти вся мировая продукция каучука приходится на Британскую Малаю и Нидерланд-

скую Индию, ныне занятые японцами), кофе, шерсти овечьей, хлопка и пр. Выясняется огромный перевес коалиции демократических держав в области снабжения пищевыми материалами и сырьем.

Пятая глава посвящена СССР (стр. 40—65), шестая дает сведения о формах правления, территории и населении зарубежных стран и их владений (стр. 66—121). Эта глава кажется несколько оторванной от VIII главы.

Чрезвычайно интересна VII глава, где дается ряд сравнений военного потенциала держав «оси» и коалиции демократических стран (большей частью без СССР), наглядно показывающих огромное превосходство последних над державами «оси» в области человеческих и экономических ресурсов. На стр. 126—129 приводятся данные об удельном весе США в мировой продукции (без СССР) важнейших видов топлива, минерального и растительного сырья, черной металлургии, самолетостроения, танкостроения, судостроения, алюминия, синтетического каучука по последним данным и по программе Рузвельта. Такого же рода сведения даются далее по Великобритании, державам «оси» и Франции.

Глава VIII содержит «основные справочные сведения по важнейшим государствам и их владениям», где приводятся данные по общей географии, сельскому хозяйству, горной промышленности, транспорту, денежной единице и вооруженным силам.

В конце книги приложены небольшие карты Азии, Африки, Северной и Южной Америки и Западной Европы, Австралии, Атлантического и Тихого океанов и политико-административная карта СССР. Уже из этого краткого обзора видно, какое богатое содержание у маленькой книжечки «Страны мира». Не удивительно, что издание было быстро распродано, масса запросов осталась неудовлетворенной, и поэтому настоятельно нужно его повторить, и судя по успеху, не один раз.

Этот справочник можно горячо рекомендовать всем нуждающимся в таких сведениях, а таких нуждающихся у нас многие сотни тысяч — и Красная Армия, и рабочие, и колхозники, и советская интеллигенция, и школы, и курсы.

М. М. Печеев

Настоящий сборник включает три раздела. Первый раздел составляют материалы о плаваниях в Тихом океане русских промышленников, относящиеся ко второй половине XVIII в. и содержащие «изъяснения» Пономарева и Глотова об открытых ими в 1758 г. островах Умнак и Уналашки и «изъяснения» Лазарева и Васютинского, открывших в 1760 г. шесть островов (Аях, Канака, Четкина, Тагалах, Атха и Амли), принадлежащих также к островам Алеутской гряды.

Эти документы относятся к 1764 г. и дают первые и наиболее полные сведения об этих островах. Хотя они печатаются здесь вторично, тем не менее помещение их в настоящем специальном сборнике можно лишь приветствовать, так как это даст возможность современному читателю и исследователю познакомиться с этими важными первоисточниками в более доступном издании.

Второй раздел включает материалы 1785—1790 гг. о деятельности в Тихом океане выдающегося освоителя Алеутских островов и прибрежной Аляски, Г. И. Шелехова, основателя Российско-Американской компании. Здесь даются 15 документов, из которых 4 составляют «наставления» Шелехова главным правителям компании К. А. Самойлову и Е. И. Деларову, штурманскому ученику Д. Бочарову и приказчику Ф. А. Выходцеву, 1 — постановление Г. И. Шелехова и мореходов его компании, принятое в 1785 г. на о. Кадьяке, 3 — разновременные доношения Г. И. Шелехова Иркутскому генерал-губернатору Якоби, 2 — его записки о торговле с англичанами на Камчатке и о привилегиях для его компании, 1 — всеподданнейшее прошение Г. И. Шелехова, 3 — всеподданнейшие рапорты Иркутского генерал-губернатора Пиля и его записка об открытых компанией Голикова — Шелехова островах у берегов Америки.

Эти документы печатаются впервые. В свое время они были подготовлены для издания историком А. Н. Соколовым. С его копий, хранящихся в ученом архиве Всесоюзного географического общества, они и воспроизводятся, так как подлинные материалы до сих пор не отысканы.

Эти «наставления» Шелехова, его доношения и записки, а также рапорты о нем генерал-губернатора Пиля, рисуют в лице Шелехова человека с широкими государственными интересами, великого патриота, сознававшего всю необходимость для тогдашней России встать твердой ногой на берегах Тихого океана и в этом направлении энергично действовавшего. Поднимавшиеся им вопросы об углублении исследований не только дальневосточных окраин наших современных пределов, но и территории, открытой полую деятельности русских как в Тихом океане, так и в северо-западной Америке, его энергичные мероприятия к закреплению за Россией открытых русскими предприимчивыми людьми огромных территорий в заокеанских просторах путем русской колонизации, создания русской торговли, сельскохозяйственного освоения новых земель, поднятия культурного уровня туземцев и сохранения за ними их национальной самобытности под защитой русского флага от возможных посятательств на их свободу других наций, нако-

нец, возбуждение вопроса об организации экспедиций для открытия сквозного морского пути Северным Ледовитым океаном и устройства в Тихом океане самостоятельной базы для русского военного и торгового флотов, — все эти проекты замечательного русского деятеля конца XVIII в., частично им же воплощавшиеся в жизнь на собственный риск и собственные средства, вызывают не только удивление и признательность современных советских людей, но и живейший интерес к личности самого Г. И. Шелехова.

В этих соображениях скорейшее опубликование этих документов является крайне желательным и своевременным.

Раздел третий сборника посвящен целиком «Журналу» приказчика Российско-Американской компании Н. И. Коробицына, веденному во время первого русского кругосветного плавания (Круженштерна и Лисянского в 1803—1806 гг.), участником которого он был, находясь неотлучно на корабле «Нева». Дневник этот, недавно обнаруженный, печатается впервые. Несмотря на то, что автор дневника по своей эрудиции не был в достаточной степени подготовлен к восприятию новых явлений настолько, чтобы «Журнал» явился одинаково научно ценным, как описания этого плавания, принадлежащие перу И. Ф. Круженштерна, Ю. Ф. Лисянского, академика Лангсдорфа и др., тем не менее, будучи от природы весьма наблюдательным, он восполнил в нем те пробелы, которые имелись в печатных отчетах упомянутых лиц, запечатлев ряд любопытных картин не только из быта русских мореплавателей, но и из жизни туземцев о. Пасхи, Маркизских и Гавайских островов, наконец туземцев Русской Америки. Эти этнографические описания автора могут служить ценным дополнением к уже имеющимся печатным источникам. Что же касается его наблюдений из быта и нравов первых русских кругосветных мореплавателей, то эти его сведения представляют для нас особый интерес и особую прелесть, как все, относящееся к славной экспедиции Круженштерна и Лисянского.

Сборнику предпослано предисловие известного историка русских полярных исследований — проф. А. И. Андреева. Оно отличается обстоятельностью и конкретностью. Редактор издания дает яркую характеристику заключенных в сборнике материалов, дав им научную оценку и историческую справку.

Из замеченных недостатков сборника следует отметить отсутствие словаря морских терминов, встречающихся в тексте «Журнала» Коробицына, а также специального географического указателя, в котором были бы сведены все разнообразие транскрипции географических названий, встречающихся на страницах издания, что облегчило бы читателю пользование первоисточниками.

Иллюстрации (в количестве 32) к «Журналу» Коробицына хорошо подобраны и вполне соответствуют своему назначению.

В целом нужно предвидеть значительный успех этого сборника не только у специалистов, но и у более обширного круга читателей, в особенности среди научных работников, педагогического персонала и студенческой молодежи.

А. Грумм-Гржимайло

