

625579

78361

ИЗВЕСТИЯ С.-Х. АКАДЕМИИ  
ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА

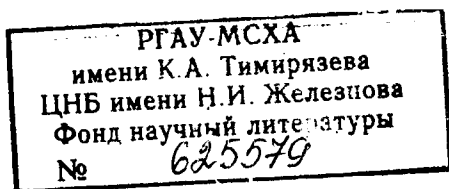


НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ  
ХУДЯКОВ

КООПЕРАТИВНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
СТУДЕНЧЕСТВА С.-Х. АКАДЕМИИ ИМ. ТИМИРЯЗЕВА  
// НОВЫЙ АГРОНОМ //

МОСКВА - 1929.

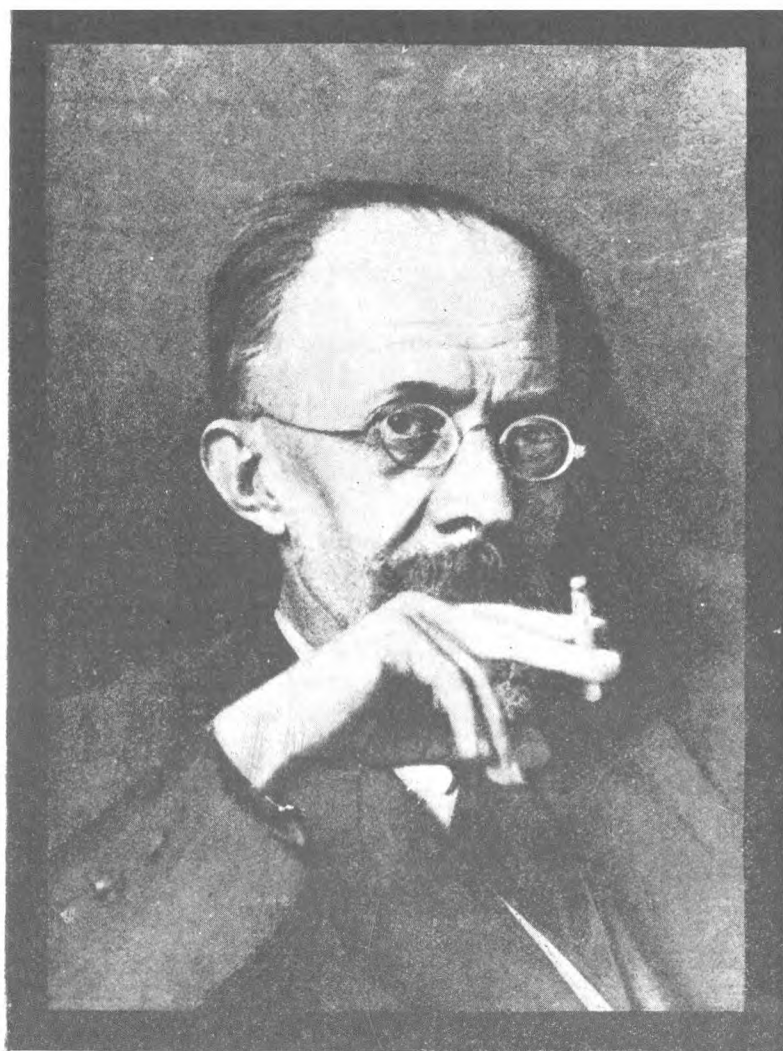
СБОРНИК  
НАУЧНЫХ РАБОТ И ВОСПОМИНАНИЙ,  
ПОСВЯЩЕННЫХ ПАМЯТИ  
ПРОФЕССОРА  
НИКОЛАЯ НИКОЛАЕВИЧА  
ХУДЯКОВА



---

КООПЕРАТИВНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО СТУДЕНЧЕСТВА  
СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ им. ТИМИРЯЗЕВА  
«НОВЫЙ АГРОНОМ»  
МОСКВА — 1929





*Профессор Н. Н. ХУДЯКОВ.*

## ОТ РЕДАКЦИОННОЙ КОМИССИИ.

Во время похорон, в момент, когда под влиянием свежей утраты и мысль и чувство жадно искали возможных путей для продления связи с дорогим Николаем Николаевичем и за пределами могилы, среди его друзей и сотрудников, среди студентов и преподавателей, зародилась сама собой мысль об издании сборника, посвященного его памяти.

При жизни Николай Николаевич неоднократно говорил, что издания такого рода являются наиболее подходящим, наиболее желательным и естественным путем для увековечения памяти ученого.

Целью издания этого сборника было возможно ближе к действительности обрисовать в биографии и в воспоминаниях яркую фигуру Николая Николаевича — с одной стороны и дать возможно полное понятие о его научных трудах — с другой.

Если последняя задача представляется сравнительно более легко выполнимой, то первая почти непреодолимо трудна. Отчетливо очертить эту бесконечно колоритную, многогранную, сверкающую и интеллектом и чувством фигуру мог бы только крупный художник слова.

Мы ставим себе более скромную задачу — собрать материал, нужный для характеристики Николая Николаевича.

Его друзьям систематический подбор этого материала, разнообразнейших фактов его жизни, блесков его ума, чувства и юмора — несомненно доставит не мало высокого наслаждения.

Молодежь, знакомясь с ним, также, без сомнения, найдет не мало, чему поучиться из жизни своего учителя и друга.

Тридцать три года был Николай Николаевич профессором в Петровке и в Тимирязевке. Тридцать три года он не только

учил, но и воспитывал молодежь, заражал ее своей страстью к науке. Талантливость, смелость мысли, не знающая предела и преград, кипучая любовь к науке наряду с редкой способностью к самому беспощадному критицизму и, что особенно важно, — к самокритицизму в научной работе — таковы наиболее характерные черты его как ученого. На фактах жизни его есть чему поучиться.

Редакционная Комиссия приложила все свои силы к тому, чтобы указанные цели были достигнуты. В настоящий момент она с громадным удовлетворением видит, что ей удалось довести установку этого духовного памятника до конца.

Редакционная Комиссия считает своим долгом высказать в заключение еще свое убеждение, что изданием этого сборника дело увековечения памяти Николая Николаевича отнюдь не может считаться законченным. В дальнейшем наиважнейшим путем для этого является разработка большого научного наследства, им оставленного. В лаборатории его имени в Тимирязевской Академии должны быть продолжены, развиты и закончены все те работы, которые начались при его жизни.

Редакционная Комиссия, избранная правлением С.-Х. Академии имени Тимирязева, оказалась в состоянии выполнить возложенное на нее поручение благодаря денежной помощи со стороны Народного Комиссариата Земледелия в размере 400 р., а также благодаря тому внимательному отношению, которое она встретила, во всех отношениях, со стороны Кооперативного Студенческого Издательства „Новый Агроном“, принявшего на себя издание сборника. Обоим этим учреждениям, а также всем авторам статей, предоставившим свой труд безвозмездно, Комиссия считает своим долгом выразить свою благодарность.

К сожалению, целый ряд драгоценнейших материалов из жизни Н. Н., доставленных его друзьями, не мог быть напечатан в этом сборнике за полной невозможностью увеличить размер книги. По возможности, материал этот использован в биографическом очерке.

СОНЕТ.

*Памяти Н. Н. Худякова.*

Упал светильник чистого труда.  
Смерть, отражаясь в неподвижных взорах,  
Срывает нить на жизненных узорах,  
Но ткань жива и будет жить всегда.

Пронизывая сферы и года,  
Орлом купаясь в солнечных просторах,  
Твой дух заронит искру в новый порох  
И новый взрыв ответит миру: да!

Друзьям твой облик памятен навеки:  
Насмешливо прищуренные веки,  
Всегда готовый каждому ответ,

Из-под очков сверкающие взоры,  
Беседы пылкие, живые споры,  
И острых парадоксов яркий свет.

## ВОСПОМИНАНИЯ.

Умер... Его нет...

А воспоминания о нем так ярки, так живы, так непохожи на другие...

Помню первые лекции. Он входил слабый, дряхлый, опираясь на руку жены; скорее падал, чем садился в кресло... укутывали ноги... укрывали со всех сторон... Слабость...

Но едва он начинал говорить, как перед нами выросал совсем иной человек. Выросал ученый, до мозга костей материалист, беспощадный враг метафизики и „метакимии“, ученый, смело кромсающий тряпню витализма, жестоко расправляющийся с псевдонаукой, которая спекулировала на данных, не имеющих никакого отношения к науке. Но это был и учитель, который показывал пустоту там, где она была искусно заделана картонно-умозрительными построениями и выдавалась за науку, а где было здание истинной науки, он осторожно очищал накипь и мишуру и показывал чистый гранит.

Это был уже гигант духа и мысли.

От впечатления слабости не оставалось и следа. Бодрость и жизнь сквозили в каждом слове.

Живой организм все более и более вырисовывался как сложный аппарат, и оставался лишь один метод исследования его, метод исследования — как физико-химического механизма. Блестящий же метод изложения с остроумными, меткими и охватывающими суть вопроса характеристиками и замечаниями вызывал всегда восхищение аудитории.

В последовавшем за лекциями семинарии еще более вырисовалась его непримиримая позиция к работам, где, взамен тщательного проведения опытов и выяснения существа



вопроса, исследователь хотел достичь результатов большим количеством небрежно проведенных опытов и последующей хитроумной и вычурной математической обработкой.

„Все это имеет место потому, что Конт имел неосторожность сказать, что всякая наука, наука — лишь постольку, постольку в ней есть математика“, — сказал Н. Н. как-то.

Я помню, мы тогда горячо защищали это положение Конта, но только теперь, столкнувшись с такими работами, мы почувствовали и оценили эту мысль, направленную против людей, которые хотят заменить естествознание статистикой, понимание природы — столбцом цифр.

Он знакомил нас с физиологией растений.

Он знакомил нас с микробиологией.

Но—что самое ценное — он показал лицо науки, он научил нас, как исследовать природу.

Всякий вопрос он освещал с совершенно новой стороны; ко всякой теме он подходил особым образом, и перед нами во весь рост вставали все слабые и сильные стороны разбираемого положения.

А этих вопросов, по мере нашего сближения, находилось у нас все больше и больше, и это далеко не укладывалось в программу и время семинарских занятий. Это „хождение с вопросами“ к Н. Н., хождение и индивидуальное и групповое, и в лабораторию и на квартиру, которое к тому же всегда завершалось исчерпывающим ответом, знакомством с самой сущностью дела, это хождение, по окончании семинария, вылилось в организацию эпизодических бесед — так мы привыкли к Н. Н., к его словам, к его мнениям... Все более увеличивающаяся наша близость находила выражение в том, что мы по временам проводили у него целые вечера и здесь дискуссии на научные и мировоззренческие темы принимали бурный характер. Здесь мы узнали Н. Н. как человека, человека-энтузиаста, который верит во всепобеждающую силу любви, который верит во всемогущую облагораживающую роль красоты. В этом он был идеалистом. Здесь же он вырисовывался перед нами как величайший оптимист человечества. Он не беспокоился о судьбе далекого потомства потому, что считал, что человеческий ум все победит, все преодолет. „Если израсходуются все известные нам источники энергии, то человек найдет новые, еще более мощные; если погаснет солнце, человек построит машину, на которой переселится к еще пылающему. Темп роста науки

и техники человеческой все быстрее и быстрее растет вверх“. Так велика была его вера в человека!

Когда эти разговоры сменялись нашей молодой веселостью, то из всех „наших старших“ он был самым молодым, самым веселым. Он вместе с нами был „пьян нашей молодостью“. В одну из таких минут он рассказал нам о своей первой любви, любви, которой он отдал дни и ночи своей лучшей поры, которой он отдался с восторгом, самозабвением... И он назвал имя своей первой любимой.

Это имя — наука.

И теперь, когда я гляжу на фотографию (стр. 44), где Н. Н. изображен с микроскопом и цветами, этой эмблемой юности и красоты, я чувствую, что здесь Н. Н. изображен весь.

Вся его жизнь — жизнь энтузиаста.

Он был энтузиастом микроскопа и цветов.

---

## О ЧЕЛОВЕКЕ.

*Памяти Н. Н. Худякова.*

Он был сама мысль — дерзкая, увлекающая...

Он не жил просто, он оживлял жизнь. Его смерть унесла от нас много теплых вечеров, насыщенных глубоким вниманием к учителю, насыщенных восторженностью...

Он не только аккумулировал, добывал сам, систематизировал и копил научный опыт, не только организованно поил знаниями жадные молодые народные пласты, он оживлял мысли: мысли носили отпечаток его ума, калибра, отточенности, становились действительными.

„Человек — это звучит гордо“, — сказал Горький. Еще более гордо звучит: „Человек, формирующий человек“.

Он нам говорил о любви и красоте, нам, не избалованным любовью и красотой, бедным высокой культурой, учил видеть в малом великое. И мы воочию видели, как может быть колоссально богат человек, чем можно сделаться богатым, почему „человек“ звучит гордо.

Мы бесконечно рады, что нам удалось хоть несколько почувствовать гармонию богатой интеллектуальной жизни большого человека, почувствовать, что мы были близ маяка человеческой культуры.

И маяк для нас продолжает светить...

## НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ ХУДЯКОВ.

(Биография).

Н. Н. Худяков родился 4 декабря 1866 года в Киеве. Отец его был военный, мать — прекрасная, добрая женщина, хорошо образованная, очень музыкальная, но всю жизнь оставшаяся большим ребенком, говорившая больше по-французски, чем по-русски, до самой смерти (в 1912 году) боявшаяся „червей“ (гусениц) настолько, что, живя в Петровке, летом никогда не ходила гулять в парк потому, что там с деревьев на нее могли упасть эти страшные животные.

Все четыре брата шли по шаблонной в то время для всякой военной семьи дороге, т. е. все попали в кадетский корпус.

Н. Н. окончил Киевский кадетский корпус в 1884 году.

Он был третий по старшинству, двое братьев были старше его и один моложе.

Кадетские корпуса представляли собой специфически военные учебные заведения, по программам стоящие позади как классических гимназий с древними языками, так и реальных училищ с их преобладанием математики и естествознания. Воспитанники их были все живущие в интернате, и в громадном большинстве случаев среди них царили довольно дикие нравы, напоминающие несколько нравы бурсы, описанные Помяловским. Благодаря интернату в кадетах сильно культивировались чувство товарищества и молодечество; с другой стороны жизнь, размеренная по звонку, и весь военный уклад давали людям, приученных подчиняться дисциплине.

Общее образование давалось кадетскими корпусами довольно посредственное, хотя, конечно, в разных корпусах весьма различное, в зависимости от случайного подбора преподавателей.

Когда приходилось беседовать на эту тему с Н. Н., он всегда указывал, что, несмотря на все недостатки кадетского корпуса, он получил за свои ученические годы очень много. Некоторые предметы, при чем он особенно упирал на математику, были в его корпусе поставлены блестяще. На тяжесть кадетской муштры я от него также никогда никаких жалоб не слышал.

Учился Н. Н. в корпусе хорошо. В этом периоде его жизни нельзя не отметить постигшее его в V классе, на четырнадцатом году, очень резко выраженное религиозное настроение.

Пылкая душа подростка оказалась всецело охваченной этим экстазом, направленным к богу и его правде. Начались ночные коленопреклоненные бдения и питание хлебом и водой. Его фанатичность увлекла, как это часто бывает среди подростков, нескольких товарищей, и этот психоз грозил сделаться в корпусе массовым. Директор корпуса сумел, однако, очень простой мерой прекратить его, дав кадету Худякову двухмесячный отпуск и отправив его домой с письмом к отцу, в котором он предлагал ему обратить внимание на ненормальную гипертрофию религиозного чувства у сына.

Однако этот припадок религиозного чувства продержался в душе мальчика недолго и слетел с нее так же неожиданно и сразу, как и налетел, и слетел уже прочно и окончательно, на всю жизнь.

Об этом моменте своей жизни Н. Н. рассказывал следующим образом: „Совершенно случайно мне в руки попала какая-то брошюра не то ренановского, не то толстовского типа. Когда я прочел ее, у меня встал вопрос: „Каким образом бог, со всеми приписываемыми ему качествами, при его всемогуществе может допустить, чтобы о нем так писали? Он этого допустить не может. Бог и такие книжки — несовместимы. Раз книжки существуют — значит бога нет“. Этого размышления было достаточно, чтобы покончить с религиозным настроением.

Несмотря на краткость этого периода, он, несомненно, оставил глубокий след в организме Н. Н. Повидимому здесь в первый раз испытал он силу своего духовного влияния на окружающих и познал всю сладость наслаждения, даваемого этим влиянием. Много раз в своей жизни говорил он мне смеясь: „Если бы ты только знал, какой хороший архиерей во мне пропадает“. В дальнейшем эта способность Н. Н. влиять на окружающих, увлекать их идеями, подчинять силе своего духа, проходит красной нитью через всю его жизнь, через всю его научную и педагогическую деятельность.

Однако, вырастая и развиваясь в этой „питательной среде“ между отцом генер.-майором, матерью институткой, братьями — кадетами, юнкерами, в военно-буржуазной атмосфере кадетского корпуса, Н. Н. каким-то образом все же сумел заразиться двумя вещами: во-первых — страстной любовью к знанию и науке и, во-вторых — живым интересом к общественно-политической жизни своего отечества.

Если принять во внимание, что в университет в то время допускались только лица, получившие аттестат зрелости, т. е. кончившие курс в классической гимназии, и что окончившему кадету приходилось держать экстерном экзамены по всем предметам гимназий, курсы которых, как уже указано, были значительно шире, то станет вполне понятно, что среди кадетов мало находилось желающих проделать эту сложную процедуру.

Подготовка в университет даже у окончивших реальное училище или коммерческое училище требовала не менее 2 лет. Поэтому, а отчасти по семейным традициям, дети военных, попав в кадетский корпус на бесплатное обучение, тем самым обычно уже с раннего детства обрекались на военную карьеру, и случаи поступления кадетов в гражданскую высшую школу, а тем более в университет, были большой редкостью. Все братья Н. Н. пошли этой дорогой, при чем старший Иван (ныне уже умерший) дослужился до чина полковника и, вероятно, пошел бы в этой карьере много дальше, если бы не нашел необходимым подать в отставку в 1905 г. для того, чтобы избежать необходимости принимать участие в расстрелах финляндцев.

Однако Н. Н. уже в VI классе решил порвать с военной карьерой и, вместо прямого и легкого пути в юнкерское училище, избрал тернистый путь университета.

Для осуществления этой цели он с VI класса начинает готовиться по латинскому и греческому языку, и начальство его корпуса оказалось настолько либеральным, что не только не препятствовало ему в этом, но, напротив, разрешило ему для этого, вопреки всем основам корпусной казарменной дисциплины, дважды в неделю отлучаться из корпуса.

Эта относительная свобода, кроме подготовки к экзамену на аттестат зрелости, повела еще и к другому результату. Через своих учителей-студентов, готовивших его на аттестат зрелости, он скоро вошел в прогрессивные кружки молодежи и увлекся политикой. Кружок, в котором он принимал участие,

провалился (Киевский процесс 87 года). В числе других был арестован и Н. Н., но отделался по сравнению с другими довольно легко и скоро был освобожден, попав лишь под негласный надзор полиции. Это последнее обстоятельство закрыло ему, однако, путь к аттестату зрелости, так как прошение о разрешении держать экзамен должно было неизбежно сопровождаться свидетельством о благонадежности, которое ему после киевской истории получить было уже невозможно.

Корпус был окончен в 1884 г., и следующие 3 года представляют собой полосу жизни Н. Н., о которой мы имеем очень мало сведений. В это время он несколько раз был в Петербурге и некоторое время провел в Одессе, повидимому, вольнослушателем на филологическом факультете университета. Очевидно, филология его не удовлетворила, так как в августе 1887 года мы видим его уже студентом Петровской Академии, куда ему удалось поступить без свидетельства о благонадежности.

В Петровке он пробыл всего 4 месяца. Петровка того времени представляла собой настоящее революционное гнездо. Студенческие волнения, характерные вообще для этого периода, в момент поступления Н. Н. в Петровку разразились в виде так называемой Брызгаловской (инспектор Московского университета, которому студент Синявский дал пощечину) истории и поддерживались на почве перемены старого устава 1863 г. на устав 1885 года.

Н. Н. вместе с несколькими товарищами подал директору Петровки Юнге заявление, в котором было изложено, какие именно общие политические причины заставляют его уйти из Петровки. Прочитав это заявление, Юнге сказал ему пророческие слова о том, что его нога не будет больше в стенах Петровки.

Через 7 лет Н. Н. уже был в Петровке, но не студентом, а профессором.

Какие побуждения заставили Н. Н. поступить именно в Петровку, т. е. в агрономическую школу? Повидимому он искал в ней не столько агрономии, сколько естествознания, так как в его *Vita* к немецкой диссертации, написанной им самим, мы читаем: „Später widmete ich mich jedoch dem Studium der Naturwissenschaften, zu welchem Zwecke ich mich an der Petrowski'schen Akademie zu Moskau immatrikulieren liess, wo ich bis Ostern 1888 verblieb“. (Позже я, однако, посвятил себя изучению естествознания, для чего поступил в Петровскую Академию в Москве, где и пробыл до пасхи 1888 года.)

Эти четыре месяца в Петровке вряд ли много дали Н. Н. в смысле научном. Правда, он слушал лекции, а в то время в Петровке было кого послушать (Тимирязев, Колли, Густавсон, Шене и др.), но период был слишком кратким и политики было так много, что „наука“ вряд ли могла успешно двинуться вперед. Зато эти четыре месяца дали ему друзей и друзей редких и верных, друзей на всю жизнь. Очень быстро установилась у него самая тесная связь с Э. М. Таланцевым, (ныне профессором) с одной стороны, на почве высокой образованности и начитанности, которой они оба обладали, выделяясь этим из общей массы студенчества, с другой — на почве сходных левых политических взглядов. Вместе они и жили на выселках, вместе мерзли в одной из тамошних дач, вместе участвовали в политических вечеринках и, выпрыгивая в окно, удирали по выселковским сугробам от полицейских облав; наконец, вместе вылетели из Петровки и вместе отправились в ссылку под надзор полиции в г. Нижний-Новгород, откуда родом был Э. Таланцев. Вместе решили они ехать учиться за границу и хлопотали о разрешении на выезд и о заграничном паспорте.

Губернатором в Нижнем-Новгороде в это время был знаменитый Баранов. Н. Н. отправился к нему лично и, рассказав ему всю свою историю, заявил, что увлечение наукой у него теперь преобладает над увлечением политикой и что, если он его выпустит за границу, он бросит политику и отдастся целиком науке. Губернатор Баранов поверил поднадзорному эк студенту Худякову и взял на свой риск выдачу ему заграничного паспорта. Поднадзорный Худяков не обманул губернатора Баранова, и хотя в дальнейшей своей заграничной жизни и интересовался политикой, но активного участия в ней больше не принимал, целиком и безраздельно отдавшись науке. В таких наивно-примитивных, патриархальных тонах прошла эта история с выездом Н. Н. за границу.

Получив, наконец, паспорта, оба друга, не стесняясь полным незнанием немецкого языка, отправились в Германию в Штуттгарт, куда и прибыли в феврале 1888 года с намерением поступить в Гогенгеймскую академию. Академия эта оказалась, однако, чем-то средним между высшей и средней школой, вроде техникума, и, конечно, не удовлетворила их, почему оба они и переехали через 2 месяца в Берлин и поступили в Берлинскую сельскохозяйственную высшую школу (Landwirthschaftliche Hochschule), в которой ректором в то время был знаменитый Зеттегаст.



Первый семестр, конечно, целиком пропал из-за незнания языка. Язык добывался всеми возможными способами, главное же, усиленным посещением лекций и приватными уроками, которые брались у писателя-беллетриста Цаппа.

Когда язык был наконец усвоен, началась усиленная научная работа. Одновременно с сельскохозяйственной школой посещались и лекции в Берлинском университете.

В Берлине Н. Н. слушал курсы: Энглера, Кни, Ландольта, Швенденера и др. и работал в лабораториях: Кни, Ландольта, Швенденера.

Работали Н. Н. и его друзья в этот период чрезвычайно усердно, а жили крайне скромно. Чрезвычайно характерным для тогдашних нравов русской студенческой молодежи, для ее понятий о товариществе и для ее отношения к собственности и к денежным вопросам является тот факт, что все свои заграничные студенческие 4 года (с 1888 по 1892) Н. Н. жил на счет своего друга Таланцева, человека довольно состоятельного. И не он один. На месяц, на четверых, вся эта компания имела 200 рублей. Несмотря на всю свою щепетильность и самолюбие Н. Н. находил это вполне естественным. Правда, позже, получив в Москве профессию, он, в свою очередь, несколько лет содержал каких-то бедных студентов в Германии (каких и сколько — неизвестно, так как Н. Н. никогда никому не говорил об этом), выплачивая, таким образом, свой долг, который непосредственно своему кредитору Таланцеву он выплатить не мог, так как тот его, конечно, не взял бы.

В Берлине Н. Н. очень скоро увлекся химией и, повидимому, решил посвятить себя именно этой науке. Серьезно проработав ее у Ландольта, он в 1891 году уехал в Галле с совершенно специальной целью поработать у Людеке, славившегося тогда минералога. Здесь он пробыл один семестр, прослушав у Людеке курс петрографии и проработав практикум по кристаллографии.

В том же году он переехал в Лейпциг и начал работать у Пфеффера. В какой именно момент повернул он фронт своих интересов от химии к ботанике и что его толкнуло на это, — мне выяснить не удалось. Я знаю из рассказов Н. Н., что он очень серьезно проработал в Берлине анатомию растений у Швенденера (см. воспоминания Бенеке), и действительно он знал эту дисциплину очень хорошо, но я знаю также, что основным его увлечением была химия, которой он также владел в совершенстве. Со слов Пфеффера я знаю, что он пришел к нему со своей собственной готовой темой об интрамолеку-

лярном дыхании. Где и когда успел он настолько углубиться в физиологию растений, чтобы самостоятельно заинтересоваться этим вопросом, я не в состоянии сказать. Во всяком случае он был принят Пфеффером в число докторантов и проработал в его Институте над этой темой 1892 и 1893 г.г., а затем защитил диссертацию на тему „Beiträge zur Kenntniss der intramolekularen Athmung“ и получил степень доктора философии Лейпцигского университета.

Период, проведенный в Лейпциге, в Институте Пфеффера, и охватывающий 3 года, был, повидимому, одним из самых



*Н. Н. Худяков, студент Берлинской с.-х. школы.*

плодотворных в жизни Н. Н. Здесь его многогранная натура нашла очень подходящую почву и развернулась во всю свою ширь. Прекрасные условия для плодотворной научной работы, создаваемые как всем укладом немецкой жизни полупровинциального города, так и высоким научным настроением, всегда царившим в Институте Пфеффера, столь же прекрасные, близкие и веселые отношения, создавшиеся у него с докторантами—коллегами по работе и особенно с Альфредом Фишером,—

все это создавало благоприятные условия для работы и отдыха.

Среди его коллег-докторантов, работавших в Лейпциге, рядом с ним мы видим (см. фотографию) целый ряд лиц, получивших затем крупные имена (см. воспоминания Бенеке).

Одним из особенно близких друзей его сделался В. Бенеке (ныне профессор в ун-те г. Мюнстера). Альфред Фишер, молодой, блестящий, создавал на глазах Н. Н. едва ли не первый в мире университетский курс общей бактериологии. Лекции его отличались не только глубоким научным подходом, но и легким ораторским остроумием и были буквально пропитаны духом крайнего научного критицизма, который сказывался не только в лекциях, но брызгал из него и в частной беседе, и в шутке, и в полунаучном анекдоте.



*Группа в Ботаническом Институте проф. Пфферера в г. Лейпциге.*

Стоят слева направо: Стоне, Вилер, Фишер, Иензен, Худяков, Менкемейер (инспектор ботанического сада), Пфферер, Ротерт, Рихтер, Кунстман, Рейнгардт (служитель института); сидят слева направо: Шустер (служитель института), Клемм, Карстен, Хеглер, Амбронн, Миоши, Дершау, Крух.

В кабинете Фишера, в Институте, во время завтрака и в другие моменты досуга сходились работавшие в Институте и весело болтали на различные научные темы. В этом кабинете, получившем характерное название „кафе Фишер“, под смех и остроумные шутки была проработана не одна научно-физиологическая идея. Докторантские темы проходили через это веселое чистилище, прежде чем попасть на традиционные



*Группа докторантов. Лейпциг.*

Слева направо сидят: Ньюкомб, Худяков, Пирс, Ханштеен;  
стоят: Миоши (англичанин), Лидфорс.

„ботанические вечера“, которые по раз заведенному обычаю происходили каждый месяц и где кто-нибудь из докторантов докладывал свою работу, а в прениях обычно принимал участие один Пфедфер, ибо молодежь в присутствии гекеймрата выступать не решалась, — вечера, по правде сказать, довольно скучные и тягучие.

Очень много, конечно, дал Н. Н. и Пфедфер, этот удивительный эрудит, диалектик и крайне своеобразный руководитель работ. Работать у него было трудно, и действительно успешно вести работу, как следует использовать его талант могли только люди, уже хорошо поставленные на физиологические рельсы. В своем руководстве работой он лишь очень редко вникал в мелочи, в конкретное осуществление того, о чем говорил. Остановившись около докторанта во время своего ежедневного обхода Института, он осведомлялся, что у него сделано (традиционная фраза его при этом была „Was haben Sie Neues“? „что у Вас нового?“); от этого исходного пункта в работе он начинал вслух фантазировать дальше, предвидя в своих фантазиях весьма многочисленные и очень разнообразные возможности. Дело каждого работника было суметь по мере своих сил и таланта выбрать из этой кучи фантазий те, которые действительно могут принять реальную форму и которые технически могут быть осуществлены и экспериментально обработаны.

Влияние этой крупной фигуры сказалось на всем дальнейшем научном творчестве Н. Н. Строго диалектический метод научного мышления, столь характерный для Н. Н. до последних дней его жизни, он несомненно культивировал в себе под непосредственным влиянием Пфедфера.

До самой смерти Н. Н. высоко чтил талант своего учителя и незадолго до смерти, когда я ему сказал, что его „Сельскохозяйственная Микробиология“ во многом напоминает мне руководство Пфедфера, он мне ответил: „брось говорить мне комплименты“. (Более подробное описание этого лейпцигского периода читатель найдет в воспоминаниях проф. Бенеке.)

Во всяком случае, несмотря на самостоятельный выбор своей первой научной темы, а, быть может, именно поэтому, Н. Н. сразу встал в самую гущу основных вопросов общей физиологии. Не надо забывать, что интрамолекулярное дыхание, образование угольной кислоты и спирта аэробными организмами, растениями и животными в условиях отсутствия кислорода уже и тогда некоторыми физиологами полагалось одной из ступеней нормального кислородного дыхания. Таким образом изучение этого процесса подводило исследователя вплотную к одному из самых кардинальных вопросов физиологии — вопросу о механизме процесса дыхания, который, как известно, и в настоящее время, 30 лет спустя, не может считаться решенным. Выяснению этих соотношений между нормальным и интрамолекулярным дыханием и посвящена диссертация Н. Н. Большим

числом тщательно и красиво поставленных опытов он показывает в ней, что изменения температуры влияют на оба процесса, на нормальное дыхание и на интрамолекулярное дыхание, совершенно одинаково, и делает отсюда общий вывод, что оба эти процесса должны быть тесно связаны друг с другом. (Сравни воспоминания Бенке.)

Вполне естественно, что, заинтересовавшись вопросом об интрамолекулярном дыхании, он поневоле был вовлечен в более широкий круг вопросов спиртового брожения и дыхания и уже одновременно с работой по интрамолекулярному дыханию начал работать и в этой области. В результате в 1894 году в одном и том же текущем номере (XXIII В., Heft 2 и 3) солидного немецкого журнала „Landwirthschaftliche Jahrbücher“ одновременно с диссертацией об интрамолекулярном дыхании появляется и другая большая работа о спиртовом брожении („Untersuchungen über die alkoholische Gährung“). В этой второй работе основными вопросами являются влияние кислорода на брожение, влияние того же газа на размножение дрожжей и влияние на брожение температуры.

Строгое критическое отношение к своим экспериментам, стремление уже в самой постановке опыта предвидеть и заранее устранить все возможные возражения привели Н. Н. к довольно сложной аппаратуре, с современной нашей точки зрения представляющей довольно обычную аммуницию химико-физиологического исследования, которая, однако, в то время, да еще особенно в Институте Пфедфера, была довольно необычной новинкой и дала повод к созданию целых легенд о невероятной сложности работ Н. Н. и о его поразительном экспериментальном таланте. Через 10 лет после Н. Н., работая у Пфедфера, я со всех сторон слышал эти легенды. Необходимо отметить, что и Пфедфер и Фишер также неоднократно ссылались при мне на его экспериментальные способности. Всякий же, кому на долю выпадало счастье работать с Н. Н. бок-о-бок в лаборатории, знает хорошо, как высоко развил он в себе этот талант. Он обладал не только глубоко экспериментальным мышлением, но и золотыми руками, позволявшими ему легко осуществлять и воплощать в жизни самые сложные экспериментальные комбинации, приходящие в голову.

При оценке этих исследований Н. Н. необходимо иметь в виду, что в то время (35 лет тому назад) еще в полном ходу была теория брожения Пастера, Негели и Либиха и что исследования Бухнера над брожением сока дрожжевых клеток и над

зимазой появились в 1897 г., т. е. через три года после опубликования работ Н. Н.

На основании полученных в его опытах результатов Н. Н. подвергает строго продуманной критике теорию брожения Пастера и Негели и вскрывает несостоятельность как той, так и другой.

Оба изложенные исследования настолько высоко подняли научную репутацию Н. Н., что Пфеффер предлагает ему занять место ассистента в его Институте. Для иностранца, да к тому же русского, при довольно шовинистическом, в общем, уклоне университетских кругов Германии, это была, конечно, большая честь. Эту должность Н. Н. успешно занимал вплоть до отъезда в Россию в 1894 году.

Ассистентство это дало Н. Н. очень много. Надо заметить, что быть ассистентом у Пфеффера было хотя и весьма лестно, но в то же время и достаточно трудно. Дело в том, что он обставлял свои лекции с демонстративной стороны чрезвычайно высоко. Укажу, например, что он уже тогда использовал кинематограф (правда, довольно плохой еще) для демонстрации роста и движений растений, и Н. Н. пришлось делать снимки необходимые для этого; микропроекция движения протоплазмы перед громадной аудиторией была обычной ходовой демонстрацией. К тому же он отличался большой нервностью в отношении демонстраций и до старости волновался при каждой малейшей неудаче, как новичок, и при этом, конечно, доставалось ассистентам. Это нервировало и ассистентов, и им приходилось прилагать все силы к тому, чтобы все демонстрации проходили совершенно гладко, без сучка, без задоринки.

Здесь-то Н. Н. прошел серьезную школу демонстрационного искусства, что, несомненно, и отразилось в дальнейшем в той блестящей демонстративной обстановке, которой он всегда требовал для своих лекций. Отмечу здесь, что он также всегда нервничал при демонстрациях и удовлетворить его в этом отношении его ассистентам также было не легко.

Не успев покончить с работой по спиртовому брожению, Н. Н. тут же, в Институте Пфеффера, приступил и к третьей работе, которую выполнил в 1893—94 годах и опубликовал в 1896 г. на русском (на немецком языке имеется лишь реферат Ротерта) языке в качестве диссертации на степень магистра. Эта работа представляет собой первую часть широко задуманного исследования под заглавием общего характера „К учению об анаэробнозе“. Это исследование как своей постановкой вопросов, так и своими результатами представляет

большой интерес и теперь и, без сомнения, может дать толчок к дальнейшим исследованиям в этой области.

О задачах ее предоставляю высказаться ее автору, который в введении говорит следующее:

„Однако, несмотря на все эти исследования, для изучения облигатного анаэробноза остается сделать еще очень много. Дело в том, что большинство этих работ посвящено изучению или морфологии анаэробных бактерий или их роли и значению в различных вопросах практической жизни, тогда как общие биологические вопросы, касающиеся анаэробной жизни, оставлены ими почти без всякого внимания.

В этом отношении работы Пастера, произведенные еще в самом начале развития бактериологии, должны быть поставлены несравненно выше этих работ, появившихся хотя и в цветущую эпоху бактериологии, но уже самой постановкой вопросов сильно сузивших задачи исследования анаэробной жизни.

Для характеристики современного положения учения об облигатном анаэробнозе достаточно будет сказать, что даже такой вопрос, как вопрос — отчего зависит прекращение роста анаэробных бактерий в присутствии кислорода — не может считаться окончательно решенным.

В виду этого неудовлетворительного состояния наших знаний об облигатном анаэробнозе мне казалось вполне своевременным обратиться к более детальному изучению явлений облигат-анаэробной жизни“.

Полученные результаты Н. Н. формулирует в следующей форме (в различных местах работы):

„Таким образом предположение Пастера, что анаэробные бактерии погибают в присутствии кислорода, совершенно подтверждается нашими опытами с одним, правда, ограничением, что смерть бактерий наступает только при условии относительно долгого воздействия на них кислорода“.

„Невозможность развития облигат-анаэробных бактерий при свободном доступе воздуха обуславливается слишком высоким парциальным давлением кислорода в нашей атмосфере“.

„Количества кислорода, соответствующие 5—25 мм давления, не препятствуют развитию анаэробных бактерий“.

„Облигат-анаэробные бактерии в средах, содержащих не более 0,5% кислорода, могут вести кислородную жизнь, т. е. поглощать кислород в процессе дыхания“.



„Таким образом, кислород при небольшом давлении вызывает в протоплазме анаэробов нормальный процесс окисления, при более высоком — он убивает ее“.

„Существенной разницы между аэробными и облигат-анаэробными организмами указать нельзя, так как все различие между ними, как ни велико оно кажется с первого взгляда, касается только количественной стороны явления.“

Конечно различие между, например, *Bacillus subtilis*, отмирающим только при 10—15 атмосферах давления, и какою-нибудь облигат-анаэробной бактерией, прекращающей свое развитие уже при 10 мм давления, — очень велико. Однако не следует забывать, что между двумя взятыми нами как пример организмами находится целый ряд других, не представляющих такого резкого различия и соединяющих все организмы в один непрерывный ряд, в котором на одном конце находятся строго аэробные организмы, на другом — облигатные анаэробиионты“.

„Но ничто, конечно, не показало бы так убедительно отсутствие существенного различия между двумя физиологическими группами организмов, как возможность искусственным образом превратить облигат-анаэробный организм в аэробный“.

„Путем постепенного культивирования нам удалось в течение 5 месяцев получить культуру *Clostridium butyricum* растущую при 50 мм давления вместо 5 мм.“

Та сравнительная легкость, с какою была получена эта полуаэробная культура, позволяет думать, что если бы мы продолжали культивирование *Clostridium butyricum* еще на некоторое время, то в конце концов достигли бы и полного превращения этой бактерии в аэробный организм.

Таким образом мы не только не можем видеть существенного различия между облигат-анаэробными и аэробными организмами, но даже вправе задать себе вопрос: насколько за неспособностью жить в присутствии кислорода может быть сохранено значение видового признака? В самом деле, если бы мы не знали того, что полуаэробная культура *Clostridium butyricum* была получена искусственным путем, то, конечно, мы признали бы ее за две, по крайней мере, различные разновидности, а между тем это одна и та же бактерия, но росшая только в разных условиях“.

„В этом отношении не менее важен и тот факт, что удастся очень легко аэробную форму снова превратить в облигат-анаэробную“.

„При той легкости, с какою происходит это превращение анаэробного организма в аэробный и обратно, вполне естественным является вопрос — не происходит ли подобного явления и в природе“.

„Но и аэробные организмы и среди них такие строгие, как *Bac. subtilis* и *Aspergillus niger*, могут жить и развиваться в средах, содержащих всего на всего 0,131 — 0,262% кислорода“.

„Атмосферное давление, при котором возможно еще развитие аэробных организмов, равно приблизительно тому, которое допускает уже аэробное развитие облигат-анаэробных бактерий. Или, выражаясь иначе, существует такое атмосферное давление (5—10 мм), при котором возможно одновременно и притом аэробное существование как аэробных, так и облигат-анаэробных бактерий.“

„Отсюда следует, что если бы на нашей планете атмосферное давление не превышало 5—10 мм, или если бы содержание кислорода в нашей атмосфере было около 0,3%, то мы не только не могли бы отличить факультативно-анаэробный организм от облигат-анаэробного, но не могли бы даже и составить себе самого понятия облигатного анаэробноз“.

„Это соображение, как мне кажется, еще лишний раз говорит в пользу того мнения, что облигат-анаэробные бактерии, представляя из себя типическое приспособление к жизни вне кислорода, отличаются от аэробных только более сильным развитием тех особенностей, которые в своем первоначальном виде принадлежат в одинаковой мере обеим физиологическим группам — аэробам и анаэробам“.

Таким образом в 3 года (1891 — 94) Н. Н. выполнил у Пфедфера три больших опубликованных экспериментальных работы, тотчас же нашедших свою оценку и прошедших в научную литературу и в руководства. Трудно предвидеть, при такой продуктивности, что бы дал Н. Н. в дальнейшем, какая исполинская научная фигура выработалась бы из него, если бы он остался в Германии и продолжал жить и работать в столь благоприятных условиях. Но его постигла в дальнейшем судьба, обычная для большинства талантливых и живых русских людей. Попав в русские условия жизни и работы, он потерял свою печатную продуктивность. Главнейшей причиной этого является весь уклад тогдашней русской жизни и, в первую очередь, почти полная неизбежность педагогического совместительства. Нельзя было талантливому, чуткому, общественно-отзывчивому человеку в то время отказаться от предложения взять

на себя чтение курса в таких общественных организациях, как Коллективные курсы или Университет Шанявского. Нельзя было отказаться от публичных лекций и т. д. и т. д. И нельзя было не потому, что это давало заработок, а потому, что это — дело общественное, потому что Н. Н. был на всю Москву единственным представителем общей бактериологии и его отказ нарушил бы все дело. Кроме того проявилось и одно чисто славянское свойство ума Н. Н., которое в Германии подавлялось немецкой дисциплиной. Когда перед ним вставал и увлекал его какой-либо научный вопрос, он горячо бросался на его экспериментальную разработку. Но как только этот вопрос в процессе экспериментального творчества для его интеллекта выяснялся, как только он получал на него тот или иной ответ, так он переставал дальше его интересоваться. Все близко знавшие Н. Н., все работавшие с ним бок-о-бок знают очень хорошо, что его лаборатория полна такими исследованиями, крайне интересными, крайне важными, оконченными для Н. Н., но не оконченными с обычной научной точки зрения.

Несколько анализов, несколько взвешиваний, пара-другая контрольных опытов, иногда десяток фотографических снимков — и работа была бы закончена, оделась бы в тот костюм, который требуется научной печатью, и увидела бы свет. Но именно эти-то последние анализы, последние взвешивания и снимки откладывались в долгий ящик, появлялись всякие неважные препятствия к их выполнению, и работа так и оставалась в недрах лаборатории и в голове Н. Н. Иногда эти нерожденные души отражались в дальнейшем в работах учеников Н. Н., но очень многие из них, к крайнему прискорбию всех знавших об этом, погибали безвозвратно.

К таким очень важным экспериментальным достижениям относится, например, метод, выработанный Н. Н., для стерилизации семян при стерильной культуре высших растений. Если бы И. Шулов и Г. Петров <sup>1)</sup> в своих работах не использовали и не описали подробно этот метод, выработанный задолго до начала их работ, можно с уверенностью сказать, что он так и не вышел бы из стен лаборатории. А между тем он по своему изяществу и разработанной законченности является образцовым и, конечно, нашел бы себе широкое применение и у нас и за границей, если бы был своевременно опублико-

---

<sup>1)</sup> Шулов И. „Исследования в области физиологии питания высших растений при помощи методов изолированного питания и стерильных культур“, 1913; Петров Г. „Об усвоении растениями в стерильных условиях азота“.

ван. Этим же методом пользовался Е. Богданов для стерилизации яиц мухи. Считаю полезным дать здесь его краткое описание.

Из прилагаемого рисунка видно, что аппарат состоит из двух стеклянных трубок 1 и 2, соединенных каучуковой трубкой 3. Нижняя имеет отрезок для спуска стерилизующего раствора и промывной воды. К верхней через вату подходят две трубки 4, подводящие раствор брома и стерильную воду. Нижняя трубка закрыта ватой. В собранном виде прибор стерилизуется. Семена помещаются в широкую каучуковую трубку, предназначенную для введения семян в культурный сосуд (см. рис. стр. 28).

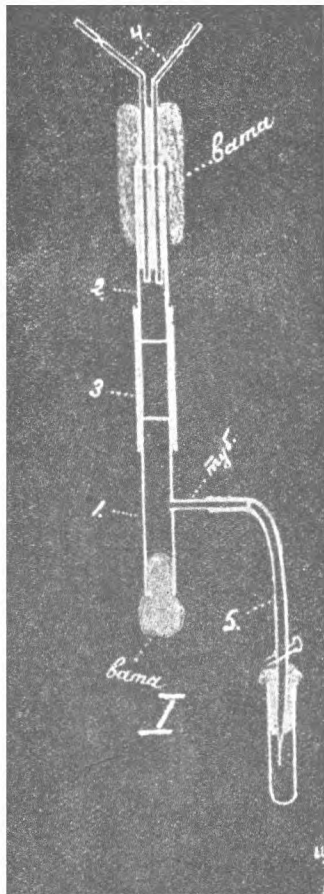


Рисунок аппарата.

Прибор нижним концом, по удалении ваты, присоединяется к каучуковой трубке под семенами зажатой винтовым зажимом. Приводящие трубки прибора соединяются с сосудами, содержащими бром и воду, и прибор наполняется раствором брома, после чего семена промываются водой и оставляются в приборе для набухания. Набухшие семена после снятия зажима стряхиваются через широкий каучук в экспериментальный сосуд, где и прорастают. Винтовой зажим ставится на свое место, и прибор отделяется от сосуда.

Перед тем, как взять в руки перо, чтобы написать эти строки, я провел много тяжелых часов над лабораторными тетрадами Н. Н., тщетно пытаясь в них разобраться. При всей аккуратности его записей это оказалось, конечно, невыполнимой задачей. Удалось найти две объемистые тетради, относящиеся к периоду 1901—1902 года. В то время я работал в его лаборатории и хорошо помню, сколько времени отда-

вал он работе; хорошо помню, что вся лаборатория была заполнена его опытами; особенно по вечерам, когда в лаборатории все засыпало, она наполнялась булькающей и квакающей музыкой опытов с протягиванием воздуха для определения угольной кислоты. Булькающие звуки неслись со всех сторон, не было в лаборатории ни одного стола, который не рождал бы их.

Дышали и „бродили“ в лаборатории самые разнообразные объекты: бобы и lupины, репа в семенах и в побегах, сок, выжатый из листьев, соцветия рогоза, цветы васильков, мука, зерна хлебных злаков, сок винограда, плесневые грибы, белые грибы и даже куриные яйца.

Ясно, что прорабатывался какой-то большой вопрос дыхания и интрамолекулярного дыхания. Вопрос, очевидно, сложный, так как при всей нелюбви Н. Н. к лишним опытам, протоколами этих опытов наполнены две больших тетради. Но какой именно вопрос стоял во главе этой работы, так и не увидевшей света, мне установить не удалось, и память не приходит мне на помощь.

Одно только стало для меня ясно, что из этих опытов родилась идея о том, что интрамолекулярное дыхание тесно связано с весьма разнообразными неблагоприятными условиями — идея, нашедшая много лет спустя свое воплощение в работе А. Миненкова.

В другой тетради находим начало работ по опылению орхидных, в виде нескольких протоколов опытов. Повидимому эта тема дальше не развивалась. Погибла также большая и совершенно законченная работа практического характера — получение масляной кислоты брожением. Удалось получить очень высокие выходы масляной кислоты из картофеля. Эта работа в готовом к печати виде была передана в б. Министерство финансов, по поручению которого она и была выполнена, и в недрах его пропала. Это была единственная за всю жизнь Н. Н. работа, носившая чисто прикладной характер.

Также не увидели света и многие почти совершенно законченные работы учеников Н. Н. В рукописи осталась весьма интересная работа С. Строгонова об азотистом питании *Aspergillus niger*. Немного недоконченной осталась работа В. Писарева над физиологией бактерий, окисляющих серу в чистой культуре, работы по клубеньковым бактериям и т. д. и т. д.

Столь же печальная судьба, несомненно, постигла бы и большую экспериментальную работу Н. Н. о разложении органических соединений, которой он очень увлекался, отдавая ей массу труда и времени, работая буквально с утра до глубокой ночи почти ежедневно. На эту работу Н. Н. отдал больше двух лет. Часть опытов, поставленных в этой работе, все же увидела свет, но и то под давлением необходимости написать очередную, обязательную в то время для каждого профессора актовую речь. Под заголовком „Ферменты и протоплазма“ эта

речь появилась в 1905 г. в отчете Моск. Сельскохозяйственного Института. Для заграничной литературы эта работа так и осталась неизвестной, а между тем даже те немногие опыты,

### Versuch III

Glycerin 3%

Pepton 1%

Mineralsalze 0,3%

Inorgo 1gr

Wasser 25 ccm

Volum des Apparates 575 ccm

### Parameter

Начало опыта 19 марта

Оконч. наблюдения 24 марта. В течение опыта 5 дней

высота культуры определялась по стандартной диаграмме

Радиаметр 758

Температура 18,8

Манометр 321, m c. Записано в Appr.

Нач. роста 437

Так как в этом опыте Indigo было восстановлено - то  
были произведены следующие наблюдения культуры. Об-  
ъем культуры был определен 358 ccm воздуха при Temp. 19,1  
и 758 mm. давления, похи того времени в Apparat'е был  
Kainogen

Автограф Н. Н. Худякова. Страничка из протокольной тетради  
немецкой диссертации.

которые в ней изложены, представляют весьма большой интерес, особенно в связи с развиваемыми в речи соображениями теоретического характера. Речь эта, как и предыдущая работа,

имеет и по сей час большое значение; идеи, высказанные в ней, в то время еще новые, понемногу получают всеобщее признание, но интерес их еще вполне сохранился. Поэтому мы и на этой работе остановимся несколько подробнее и познакомим с ней читателя не путем изложения, а путем выдержек, приведенных ниже.

Versuch XII <sup>12/1</sup> 1892  
 200 Geopulvene Erben  
 Gewicht 105,8  
 Volumen 94,7  
Luftstrom 3% pro Stunde

Zeit	Versuchsraum	t °C	Co <sub>2</sub> in mg	Luftsch. Co <sub>2</sub> pro 1/2 Stunde	
9-30-10	1/2 Stunde	40°	34,4	} 30,8	
10-10-30	1/2 Stunde	40°	30,4		
10-30-11	1/2 Stunde	40°	30,6		
<u>Wasserstoffstrom 3% pro Stunde</u>					
12-15-12-45	1/2 Stunde	40°	23,2	} 23	$\frac{d}{x} = 0,746$
12-45-1-15	1/2 Stunde	40°	22,8		
1-15-2-15	1 Stunde	40°	42,2	21,1	
2-15-3-15	1 Stunde	40°	41,4	20,7	
3-15-4-15	1 Stunde	40°	37,7	18,8	
4-15-5-15	1 Stunde	40°	38,4	19,2	
5-15-6-15	1 Stunde	40°	33,6	16,8	
6-15-7-15	1 Stunde	40°	32,8	16,4	
7-15-8-15	1 Stunde	40°	30,8	15,4	

Автограф Н. Н. Худякова. Страницка из рабочей тетради.

В Петровской Академии Н. Н. первое время числился „исполняющим обязанности“ профессора, и кафедру он получил только лишь в 1896 г. после сдачи магистерских экзаменов и защиты диссертации. Необходимо отметить, что, окончив в России кадетский корпус и не имея аттестата зрелости, Н. Н. этим самым был лишен права держать и экзамен на степень магистра. Докторский диплом немецкого университета также не давал ему этого права. Но этот диплом давал право

физико-математическому факультету любого нашего университета, в случае особых научных заслуг ученого, дать ему разрешение на сдачу магистерских экзаменов. Этим путем и пошел Н. Н. и, сдав в Московском университете магистерские экзамены в 1896 году, защитил в Харькове у Ротерта в качестве диссертации вышеизложенную работу „К учению об анаэробнозе“.

Не раз рассказывал Н. Н., как ему, физиологу, микробиологу, на магистерском экзамене по фитопалеонтологии пришлось разбираться в видах ископаемых берез, и он всегда с гордостью отмечал, что эта задача была им разрешена весьма успешно.



*Н. Н. Худяков, профессор Сельскохозяйственного Института.*

Вплоть до 1914 года Н. Н. жил на казенной квартире в Петровке (д. № 42), частью один, частью с матерью.

В эти первые годы его профессорской жизни он близко сошелся, между прочим, с А. П. Артари и затем сохранил с ним самые близкие дружеские отношения вплоть до смерти последнего в 1919 году.

А. П. Артари представлял собой так же, как и Н. Н., чрезвычайно характерную и выделяющуюся фигуру того времени.

Не имея никаких средств, имея лишь страстную любовь к науке, он сумел пробиться в профессора из мелких конторских служащих. Сначала он брал науку где мог: из книг, из публичных лекций; но затем его охватило стремление ехать учиться за границу. Тут ему посчастливилось перехватить где-то взаймы денег, и на них он осуществил свою мечту учиться за границей в Германии, куда он и потом, вплоть до 1914 года, ежегодно ездил летом работать научно. Всего больше он работал у знаменитого альголога Клебса, а вначале у Ганзена по дрожжам. Сделанный им для заграницы долг ему



пришлось потом выплачивать много лет. Был профессором, но всю жизнь прожил студентом в номере весьма посредственных меблированных комнат.

При довольно безалаберной жизни он тем не менее был чрезвычайно продуктивен и оставил по себе большой вклад в области изучения физиологии водорослей. Несомненно, этому очень способствовало то, что он ежегодно окунался, хотя на 2—3 месяца, в научную рабочую жизнь немецких университетов.

А. П. Артари был тяжел и толст, Н. Н. — худ и легок, как спичка; А. П. ел много, Н. Н. — очень мало; А. П. — скорее молчалив и неразговорчив, Н. Н. всегда искал общества и разговора, спора. Это различие проникало и глубже. Во всем это были противоположные натуры. Сходились они только в талантливости и любви к науке. Спорили и ругались непрерывно, но любили друг друга очень. Ни одна работа Артари не увидела света без предварительного прочтения Н. Н. и без его беспощадной критики. Н. Н. обычно небрежным жестом совал очень бережно и аккуратно переписанную рукопись в задний карман сюртука, потому что внутренние грудные карманы у него всегда были разорваны, и затем или терял ее или, сидя на кармане, приводил в такой вид, что в ней трудно было разобраться. Но, несмотря на это, он все-таки всегда с полным знанием работы „всыпал“, как он выражался, ее автору самым серьезным образом и многое заставлял его переделать. Прочувленный горьким опытом, А. П. последние свои работы уже остерегался передавать Н. Н. на руки в рукописи и обычно приезжал к нему и заставлял слушать их. Но этот способ Н. Н. очень не любил. Насколько легко и быстро, с одного взгляда бегло просмотрев, схватывал он любую работу глазом, настолько неприспособлен он был брать ее слухом. И редко, когда удавалось А. П. заставить его дослушать работу до конца, — в конце концов все же приходилось, скрепя сердце, оставлять работу в руках Н. Н.

В эти же первые годы близкая дружба связала его также с директором тогдашнего Сельскохозяйственного Института К. А. Рачинским (сравни. воспоминания проф. Н. М. Кулагина), а также с его соседом по квартире, проф. Кулагиным, и с моим отцом.

Я был тогда кончающим реалистом, уже выбравшим себе дорогу естествознания, и колебался только между зоологией и ботаникой. Как сейчас, вижу высокие, довольно прокопченные,

сводчатые средневековые потолки нашей столовой, едва видные от папиросного дыма, и оживленные лица отца и Н. Н.. Как сейчас, слышу эти буквально бесконечные разговоры за кружкой пива, разговоры, за которыми я следил с жадным вниманием всю ночь напролет потому, что они открывали каждый раз широчайшие, неведомые еще мне горизонты. Никогда в этих разговорах не было жизни. Темой их была всегда наука во всевозможных своих проявлениях. Оба они пропитаны были любовью к науке. И, конечно, именно это и заставляло меня не спать всю ночь, слушая их. От них я получал то, чего не могли мне дать ни книги, ни школа, ни публичные лекции — настоящее научное настроение, научный дух, который я впитывал в себя, инстинктивно чувствуя всю важность этого. Блестящие научные парадоксы, которые так легко сыпались с кончика языка Н. Н., вызывая своей красотой душевный восторг у отца, в то же время встречали в нем и довольно твердый отпор. И это-то и вело к бесконечным спорам.

Никогда не забуду ночь в одну из суббот, когда Н. Н. был у отца тотчас же после появления работы Бухнера с зимазой. Это были настоящие научные именины. Н. Н. был счастлив, как ребенок, и весь сиял. Отцу, как технологу-пищевнику, вопросы энзимологии тоже были очень близки, и по сравнению с другими вопросами естествознания он мог на них реагировать, конечно, еще сильнее.

Но всего ближе сошлись они на том, что теперь капут пришел витализму, на том, что работой Бухнера пробита громадная брешь в его фронте. За эту брешь поднимались тосты, и за нее было выпито не мало пива. Интимное празднование этого научного события затянулось, как говорят, „далеко за полночь“.

Педагогическая и общественная деятельность Н. Н. в Москве постепенно разрасталась. Он преподавал несколько лет на коллективных женских курсах, вплоть до их закрытия в 1899 г., был доцентом Московского университета и читал первый в стенах его курс общей микробиологии. Из университета он вышел в 1911 году, в виде протеста, совместно с целым рядом профессоров и доцентов (история с министром Кассо).

В Университете Шаняевского он вел курс физиологии растений и бактериологии с самого основания его и до 1919 г.

В Московском Коммерческом Институте он вел курсы ботаники и бактериологии с физиологией растений также с его основания в 1909 г. и до 1919 г.

Не раз выступал он в эти годы перед широкой публикой как излюбленный лектор Москвы, и с отдельными лекциями и с целыми популярными курсами.

В Московском бактериологическом обществе он был товарищем председателя, председателем же был Г. Н. Габричевский. Об общественной деятельности Н. Н., как профессора, читатель найдет интересные данные в воспоминаниях проф. Кулагина.

О лекторских талантах Н. Н. я здесь говорить также не буду. О них не мало сведений имеется в воспоминаниях о нем его других учеников.

Здесь отмечу только, во-первых, его чрезвычайно высокие требования к демонстративной обстановке лекций, особенно популярных. Не говоря уже о блестящей и всегда грандиозной постановке всех опытов, его широкая натура требовала какой-то еще более тесной связи с аудиторией, и он всегда очень удачно находил путь к такой связи. Так, например, когда в лекции об испарении срезанные нарциссы или ландыши ставились на кафедре в раствор индиго и цветы их во время лекции на глазах слушателей синели, инъицируясь по сосудам краской, их ставилось всегда не 5—10 цветков, а 200—300 — целый веник, и они затем раздавались публике. Собственными моими руками приходилось мне, ассистируя Н. Н. на популярном курсе в Политехническом музее, засеять 300—400 пробирок с желатиной светящимися бактериями, чтобы каждому слушателю подарить после лекции по пробирке.

„Он — понюхает, унесет домой, полюбуется на голубой ландыш и запомнит на всю жизнь“.

„Он нынче ночью ляжет в постель, полюбуется на светящуюся пробирку и всю жизнь не забудет“, — говорил Н. Н. И он, конечно, был прав. Цветочек или пробирка — мелочь, но мелочь в данном случае сильно действующая. И, действительно, слушатели эту мелочь очень и очень ценили. Однако все эти мелочи и вообще богатая обстановка стоили не дешево и, в результате, в финансовом отношении эти публичные выступления обычно ничего Н. Н. не давали. Все или почти все, что от них получалось, тут же и расходовалось.

Относительно же студенческих лекций отмечу здесь одно свое наблюдение. Мне пришлось слушать Н. Н. с одной и той же кафедры в Петровке дважды: один раз студентом в 1900 г. и другой раз уже ассистентом Н. Н. в 1907 г. То, что я слышал студентом, был блестящий, чрезвычайно интересный курс,

но рассчитан он был на студента значительно выше среднего. Он требовал подготовки и при известном знакомстве с предметом давал очень много. Для общего уровня нашего студента он был тяжел.

Через семь лет я услышал уже курс несколько иного уровня, несколько более приспособленный к пониманию среднего студента. Повидимому постепенно жизнь заставила Н. Н. понизить несколько научный уровень, взятый им первоначально, может быть, действительно слишком высоко, имея в виду, что курс его был обязательным, а не доцентским.

В отношении педагогической деятельности Н. Н. останавлиюсь еще на одной стороне.

Вырастая и складываясь в научную величину в стенах немецкого университета, совершенно свободного от какого бы то ни было давления на студента, от какого бы то ни было контроля за его работой, Н. Н. очень тяжело принимал нашу систему преподавания в высшей школе. Для получения единственной в Германии научной степени — доктора приходилось сдать всего только три экзамена: один — серьезный, настоящий, по своей специальности, и два — обычно довольно легких, добавочных, один из них по назначению факультета и один по выбору докторанта. Н. Н., насколько я знаю, кроме экзамена ботаники, сдавал еще химию и философию. Необходимым условием для допущения к докторскому экзамену было наличие напечатанной уже и одобренной факультетом диссертации. Вот и все те препятствия, через которые должен перепрыгнуть немецкий студент для того, чтобы окончить университет. Никаких больше экзаменов и зачетов при прохождении курса он не знает, никакого плана и порядка прохождения предметов ему никто не указывает, никакого контроля над посещаемостью занятий нет. Студент волен прослушать 50 курсов или 1 — 2 курса, никого это не касается. Для того, чтобы быть допущенным к докторскому экзамену, он должен только в течение 6 семестров числиться студентом в одном и том же, или по очереди в нескольких университетах.

Естественно, что после такой полной свободы, культивируемой в немецких университетах, та жестко бюрократическая система преподавания с громадным количеством экзаменов и зачетов, с годовыми курсами или с минимумами и расписаниями, которая господствовала и господствует в нашей высшей школе, не могла встретить в Н. Н. сочувствия. Он всегда говорил, что экзамены — это самая тяжелая, самая противная

по своей внутренней ненужности обязанность русского профессора. На экзамены он смотрел как на зло, может-быть, в полной совокупности наших условий и неизбежное, но все же зло.

И, действительно, все близкие к Н. Н. знают, как он тяготился экзаменами, как уставал от них, никогда не тяготясь ни лекциями, ни занятиями, ни другими профессорскими обязанностями.

Естественно, что его идеалом была абсолютно свободная школа, не дающая никаких дипломов, никаких прав и преимуществ и, следовательно, свободная от экзаменов и планов — школа, в которую, за отсутствием дипломов, люди пойдут, имея только одну совершенно бескорыстную цель — науку как таковую. (См. Воспоминания проф. Кулагина).

Поэтому вполне понятно, что он с громадной охотой отозвался на предложение работать в учреждении, построенном именно по этому принципу, а именно в б. Университете Шанявского.

И нужно сказать, что за все время своей работы в нем он оставался неизменно доволен своими отношениями с учениками и всегда отмечал, что там работать как-то особенно легко и приятно.

То же направление сквозило у него всегда и в отношении работающих у него специалистов. Первый вопрос, который он задавал каждому, кто приходил к нему просить тему для работы, был: „А Вам что, собственно, нужно — научная работа или отчет (или дипломная работа и т. п.)“? При всей тесноте своей лаборатории, каждому приходящему к нему с настоящим научным запросом и интересами он всегда шел навстречу. Лицам же, у которых были иные требования, он обычно советовал поискать место в более свободных и обширных лабораториях, чем его.

И в его лабораторию приходили очень часто люди совершенно посторонние Петровке, приходили из университета, приходили приехавшие из зарубежных университетов, от Шанявского, где он имел только очень маленькую лабораторию.

Под редакцией Н. Н. и с приложением его статьи „Дыхание и брожение“ вышел русский перевод прекрасного курса общей бактериологии Альфреда Фишера, сделанный А. В. Генерозовым.

С 1904 года Н. Н. принимал самое деятельное участие в работах Комиссии по биологической очистке сточных вод г. Москвы.

Биологический метод очистки сточных вод в то время только разрабатывался, и Московское Городское Самоуправление, всегда шедшее впереди в отношении технического исследования, предполагая применить этот метод для очистки сточных вод города, ассигновало большие суммы для устройства крупной испытательной станции. Как член названной „Биологической комиссии“ Н. Н. принимал самое близкое участие в работах этой станции. Впоследствии эта комиссия превратилась в „Постоянную комиссию по очистке сточных вод“, существующую при М. К. Х. и поныне, и Н. Н. работал также и в ней вплоть до 1919 года, являясь всегда одним из наиболее активных ее членов.

В 1910 г. Н. Н. женился на дочери профессора математики И. С. Громеко — Анне Ипполитовне Громеко, сыгравшей в жизни Н. Н. весьма большую роль. Своим ровным и веселым характером и хорошо развитым художественным вкусом она внесла в его жизнь много уютного покоя и красоты. В дальнейшем же, в тяжелые годы разрухи, и особенно после постигшей Н. Н. в 1919 году тяжелой болезни, она своей неизменной, ни перед чем не пасующей бодростью и выносливостью, сумела создать для Н. Н. даже в этой обстановке условия относительного покоя и комфорта, позволявшие и ему сохранить бодрость духа и продолжать свою научную работу несмотря ни на что. Вряд ли без нее смог бы Н. Н. в его физическом состоянии вынести все тяжести периода разрухи.

После женитьбы Н. Н. несколько лет жил не в Петровке, а в Москве на Б. Дмитровке (д. № 27), и его семья сделалась центром, который привлекал к себе (по субботам) избранных представителей тогдашней московской интеллигенции: ученые, естественники, экономисты, писатели, художники, скульпторы, адвокаты, артисты сталкивались здесь как в пестром, красивом и интересном калейдоскопе, изоощряя свой мозг и язык в блестящем остроумии, которое так высоко всегда ценил и любил Н. Н. Но и темы научного, особенно научно-философского характера широко расцветали тут же, особенно, по-позже, когда это пестрое общество редело и оставалась более однородная группа.

В 1919 году болезнь приковала Н. Н. к креслу, с которым он и не расставался 8 лет, до своей кончины. Тяжелое несчастье, которое всякого другого заставило бы окончательно упасть духом, для него, с его подвижностью и общественностью это

несчастье должно было быть особенно тяжело, особенно невыносимо. И тем не менее он перенес его, и бесконечная сила духа позволила ему сохранить в полной мере и бодрость, и обычную его жизнерадостность, и интерес к людям, и любовь к своей науке.

Пришлось отказаться от педагогической деятельности в б. Коммерческом институте, в Университете Шанявского. Пришлось отказаться от всякого совместительства и, несмотря на низкую оплату профессорского труда в период разрухи, это все же очень отразилось на экономической стороне его жизни. Никаких запасов у него не было, продавать было нечего, и наступила крайняя нужда, близкая к настоящему голоду, вплоть до начала выдачи академического пайка, который заметно облегчил положение.

А между тем, болезнь его требовала повышенного питания, особенно жирового, и тут-то его жене Анне Ипполитовне и жене его покойного брата Марье Лавровне Худяковой, жившей с ними, пришлось выявить весь свой героизм, все свои способности по добыванию из ничего всего того, что нужно больному человеку и ребенку — дочке Нине.

Нет сомнения, что эти голодные годы много способствовали ослаблению организма Н. Н. и не на один год приблизили роковой конец.

Но это же обстоятельство, невозможность совместительства и сидячий образ жизни привели и к другому результату. Они заставили Н. Н. целиком сосредоточить свое внимание на науке и на педагогической работе в Тимирязевке.

К новому, послереволюционному студенту Н. Н. сумел подойти так же близко, пожалуй даже ближе, чем к старому. Никогда ничего не ища в студенте, кроме человека, Н. Н. без всякого старания и без труда привлекал к себе молодые сердца не только своей талантливостью, но еще больше своей прямоотой и искренностью. Организованный им семинарий по физиологии растений сближает его со студентами почти до пределов дружбы. К тому же приводит и его участие в работе студенческого философского кружка.

Отношение к нему студенчества любовное, заботливое и нежное, сказал бы я, ясно выразилось в напечатанных выше строках, посвященных его памяти. Во время последней болезни Н. Н. эта любовь к нему со стороны студенчества, тревога и заботливость проявлялись всеми возможными, подчас весьма трогательными способами.

Н. Н. и раньше всегда отличался хорошим знанием литературы. У него была в высшей степени развита способность усваивать прочитанное. Бегло, как-будто мельком, небрежно перелистав даже большую научную работу, он уже не только схватывал ее сущность, но и усваивал все содержание настолько, что мог цитировать цифры и даже целые таблицы цифр.

С того момента, когда после долгого перерыва появилась вновь возможность иметь иностранную литературу, Н. Н. жадно набросился на нее и в последние годы в области микробиологии и физиологии растений сделался у нас лучшим эрудистом.



*Группа студентов с профессором Н. Н. Худяковым.*

Много пришлось ему поработать литературно не только над новейшей, но и над классической научной литературой при редактировании учебника физиологии растений Ивановского в 1922 году. В этот период зародилась у Н. Н. мысль об учебнике сельскохозяйственной микробиологии.

Еще в довоенное время мой отец чуть ли не при каждой встрече с Н. Н. упорно и настойчиво, как только он и умел, не считаясь с неудачами, пытался уговорить Н. Н. написать руководство. При явно выраженной у Н. Н. нелюбви к перу притти к этому решению и взяться за его выполнение было, однако, не легко.



Больной, слабый телом, привязанный к своему креслу Н. Н. находит в себе еще достаточно интеллектуальной силы, чтобы отойти от тех основных вопросов физиологии, вопросов дыхания, брожения и анаэробнозиса, которые преимущественно занимали его всю жизнь, и перебросить свои интересы в совершенно иную, далеко отстоящую область. Он с увлечением уходит в вопросы микробиологии почвы. Со свойственной ему смелостью и экспериментальным блеском начал он пробивать совершенно новые пути в этом очень мало разработанном вопросе. Имея ассистентами И. Буромского и А. Миненкова, ему удастся собрать вокруг себя небольшую, но хорошо спаянную группу прекрасных работников, с которыми он устанавливает совершенно новое явление поглощения бактерий почвой. Результаты этих работ опубликованы на русском и немецком языках, и общая сводка их, сделанная самим Н. Н., приводится в этом сборнике полностью, почему я не буду здесь излагать их. Отмечу только совершенно явное и громадное значение их для понимания жизни почвы.

Помимо обнаружения самого по себе весьма интересного явления адсорбции бактерий в почве, удастся с несомненностью доказать, что бактерии в состоянии адсорбции теряют свою биохимическую активность. Адсорбированные бактерии перестают вызывать свойственные им в свободном состоянии биохимические процессы. Те процессы, которые происходили в жидких средах, для поглощаемых форм бактерий прекращаются в почве, — факт очевидного теоретического и практического значения.

Все эти исследования „молодой Худяковской школы“ (главным образом Е. Дианова, А. Ворошилова, Н. Карпинская), несомненно, относятся к той категории исследований, которую немцы характеризуют выражением „Epochmachende Untersuchungen“.

В области изучения почвы они открывают совершенно новые перспективы, прокладывают новые пути, заставляют пересмотреть все то, что было сделано раньше, и изменяют все наши взгляды на микробиологические методы изучения почвы.

Вместе с тем Н. Н. начинают все больше интересоваться и другие вопросы сельскохозяйственной микробиологии и, в последнее время, в особенности вопрос об усвоении азота.

Незадолго до смерти Н. Н. его лаборатория начала работать и в этом направлении, и уже после его смерти появились некоторые результаты этих работ, выясняющие как сущность

процесса усвоения азота, так и течение этого процесса в природе. (Приводимые ниже работы: А. Миненкова, Е. Диановой и А. Ворошиловой, Н. Карпинской и Т. Демиденко.)

Так как все эти исследования напечатаны в этом сборнике, то на их изложении я здесь также останавливаться не буду.

В результате углубления Н. Н. в вопросы сельскохозяйственной микробиологии, в 1926 году появилось, наконец, в качестве лебединой песни Н. Н., его руководство по сель-



*Группа сотрудников профессора Н. Н. Худякова.*

Справа налево: Миненков, Ворошилова, Худяков, Дианова, Бабенко.

скохозяйственной микробиологии. Книга эта, представляя собой нечто среднее между учебником для высшей школы и „хандбухом“, поражает своим своеобразным подходом ко всем главнейшим вопросам и прекрасным знанием литературы предмета.

Являясь настольной книгой каждого начинающего русского ученого в области общей микробиологии, она ждет своего перевода на иностранные языки потому, что можно смело сказать, что подобного руководства нет ни на одном другом языке. В настоящее время предпринимается ее издание на польском языке, и надо надеяться, что она появится и на немецком языке.

В последний год своей жизни Н. Н. уже начал задумываться над созданием еще более узкого руководства, посвященного специально микробиологии почвы, и, как видно по оставшимся после него заметкам, начал готовить для него материал.

В 1922 году Н. Н. удалось поехать в Германию и пройти курс лечения у своего близкого друга, знаменитого невропатолога Френкеля. Эта поездка принесла ему громадную пользу. Он вернулся совершенно другим человеком как в физическом, так и в моральном отношении. И, конечно, если бы он мог



*Профессор Н. Н. Худяков в лаборатории.*

ежегодно проделывать этот курс лечения, его организм мог бы оказать большее сопротивление болезни. К сожалению, экономические обстоятельства не позволяли этого. Летом 1926 года он мечтал поехать к Френкелю, но, увы, вместо этого ему пришлось отправиться в Крым. В Крыму в это лето господствовала эпидемия фурункулеза, и Н. Н. и вся семья его сильно пострадали от нее. Он перенес более 40 фурункулов и вернулся в Москву не только не поправившимся, но, наоборот, совершенно обессиленным. В таком истощенном состоянии он вступил в зимнюю учебную страду, и, конечно, его организм, и без того уже ослабленный, не вынес такого напряжения. Постигший его грипп, не встретив в его вообще чрезвычайно крепком организме надлежащего сопротивления, повел свою

длительную осаду и в конце концов после 6 недель тяжелой борьбы привел 1 июня 1927 года к роковому концу.

В ночь накануне смерти, на рассвете, задыхаясь, Н. Н. потребовал, чтобы открыли окно. Когда через некоторое время, закрыв окно, хотели задернуть на нем шторы, Н. Н. запротестовал и, цитируя известные стихи Бальмонта, сказал: „Я в этот мир пришел, чтоб видеть солнце“. Следующего восхода солнца он увидеть не мог, потому что его глаза были уже навсегда закрыты.

Н. Н. больше нет... Но дух его жив в его трудах, в его учениках, в его лаборатории, которой присвоено отныне его имя.

Стыдно будет перед его памятью, стыдно будет перед наукой, если мы не сумеем использовать оставленное им наследство, если мы не сумеем реализовать брошенные им идеи, не сумеем закончить работ, столь блестяще начатых в его лаборатории, если мы не сумеем „молодой Худяковской школе“ дать возможность поставить над ним этот памятник, наиболее достойный памяти ученого.



*Профессор Н. Н. Худяков в гробу.*

ИВ. ШУЛОВ.

## У ГРОБА.

3 июня 1927 года.

Вот это немощное высохшее тело  
Вмещало дивный ум, могучий дух.  
И сердце пламенное, что горело  
И лило ласку — свет. И свет потух.

Редчайший, чудный перл людской породы,  
Титан — талант, мудрец и чародей,  
Любивший жизнь; апологет природы,  
Учитель — друг... уходит от людей...

Ты много дал нам, гений лучезарный, —  
И можно не скорбеть и слез не лить,  
Но лишь с улыбкой грустной, благодарной,  
Тебя в последний путь твой проводить...

## ФЕРМЕНТЫ И ПРОТОПЛАЗМА.

1905 г.

(Сокращенное изложение в виде ряда выдержек.)

Наиболее крупным событием за последнее время в области химического исследования жизни является полная и решительная победа так называемой ферментативной теории физиологических процессов. По этой теории, самые разнообразные химические процессы, протекающие в живой клетке, происходят под влиянием особых веществ — ферментов и, таким образом, нисколько не нуждаются для своего осуществления в непосредственном содействии живой протоплазмы.

Для изучения жизни это научное завоевание имеет, конечно, громадное значение. Только после него мы получаем возможность исследовать целый ряд процессов вне живой клетки, изолировать и изучить их, так сказать, в чистой форме. А насколько это важно, это видно из того, что в основе большинства жизненных явлений лежат химические процессы и превращения химической энергии в другие формы занимают первое место в жизни клетки. Поэтому понятно, что одной из главных задач современной физиологической химии является, с одной стороны, сведение различных процессов к деятельности ферментов, с другой — изолирование и изучение этих последних. И широкая научная деятельность в этом направлении, особенно оживившаяся после появления знаменитых исследований Бухнера, собрала уже теперь массу фактического материала, позволяющего нарисовать более или менее полную картину деятельности ферментов в живой клетке <sup>1)</sup>.

При характеристике действия ферментов на химические процессы первое, что следует отметить, это — непропорцио-

---

<sup>1)</sup> Первая работа Бухнера появилась в 1897 г.

нальность между количеством действующего фермента и производимым им эффектом. Небольшое количество фермента превращает громадные количества органического материала в другие соединения. Так, по исследованиям Hammarsten'a<sup>1)</sup>, 1 ч. сычужного фермента свертывает 400 000 частей казеина; 1 ч. инвертазы, по данным O'Sullivan Tompson'a, инвертирует 200 000 тростникового сахара; диастаз (амилаза) гидролизует 10 000 частей крахмала и т. д. В этом отношении действие ферментов живо напоминает действие губчатой платины на  $H_2O_2$ , гремучий газ и проч. Сходство это усугубляется еще тем, что ферменты, подобно губчатой платине, повидимому, не принимают непосредственного участия в реакции, не подвергаются каким-либо изменениям и количество их не увеличивается и не уменьшается.

Эти и другие еще общие черты побудили Berzelius'a еще в 1835 году эти столь разнородные с первого взгляда реакции соединить в одну группу под названием каталитических реакций.

Ostwald в 1894 году определил катализ как „ускорение медленно идущей химической реакции при посредстве какого-нибудь постороннего тела“.

Для правильной оценки этого определения следует иметь в виду, что второй закон термодинамики, определяя направление свободно протекающей реакции, ничего не говорит о том, насколько быстро протекает данная реакция. Фактор времени, как справедливо замечает Ostwald, не входит вообще в химическое уравнение. Время же, нужное для какой-нибудь реакции, зависит не только от специфических особенностей реагирующих веществ, но в еще большей степени от температуры и присутствия посторонних тел, которые и являются катализаторами для данной реакции.

Характеризуя деятельность ферментов как катализаторов, мы этим самым уже сделали предположение, что все те процессы, которые идут под влиянием ферментов, происходят и без них, но только так медленно, что не могут быть в ограниченные промежутки времени констатированы совсем. Спрашивается: на чем основано это предположение, что дает нам право утверждать, что ферменты не вызывают новых реакций, а лишь только ускоряют идущие и без них, вообще, чем мо-

---

<sup>1)</sup> Witte'вский препарат свертывает 3<sup>10</sup> частей молока. (См. Fuld, Ergebnisse der Physiol., Bd. I., Abt. I, p. 476, 1902.)

жет быть оправдано пользование понятием „катализатор“ в тех случаях, когда при обычных условиях исследования реакция не наблюдается совсем? Основанием для этого отчасти служат наблюдения над влиянием температуры на скорость реакций, отчасти и прямое экспериментальное доказательство, что некоторые быстро протекающие в присутствии катализатора реакции идут и без них, хотя и очень медленно.

Скорость химических процессов в среднем увеличивается с повышением температуры на  $10^{\circ}\text{C}$  в два раза, следовательно, процесс, который, пользуясь примером Оствальда, происходит при  $150^{\circ}\text{C}$  в 15 минут, при  $0^{\circ}\text{C}$  потребовал бы времени в  $2^{15}$  более продолжительного, т. е. около одного года.

При полной аналогии между простыми катализаторами и ферментами мы вправе предположить, что и те процессы, которые вызываются ферментами, происходят и без них, но только столь медленно, что совершенно ускользают от нашего внимания. Мы должны, следовательно, предположить, что все те разложения и превращения, которым подвергается, например, тростниковый сахар под влиянием тех или других ферментов, всегда происходят и самостоятельно, т. е. что сахар инвертируется, расщепляется на  $\text{CO}_2$  и спирт, на молочную кислоту, на  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  и масляную кислоту, окисляется в  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  и проч. без посредства каких-либо ферментов. Роль ферментов состоит только в ускорении этих процессов, и так как ферменты в своем действии специфичны, то понятно, что присутствие одного какого-нибудь фермента ускоряет превращение сахара только в одном каком-нибудь направлении. Так, в присутствии зимазы ускоряется распадение сахара на спирт и  $\text{CO}_2$  и подавляет таким образом все остальные возможные расщепления, в присутствии энзима молочнокислых бактерий распадение идет в направлении образования молочной кислоты, в присутствии инвертазы ускоряется инверсия сахара и т. д.

С первого взгляда такое предположение кажется маловероятным, однако имеющиеся уже, хотя и очень малочисленные данные в литературе, равно как и приводимые мною ниже опыты, делают его, как мы увидим далее, вполне приемлемым. Для обоснования этого взгляда необходимо обратиться к изучению саморазложения сахара и других органических соединений под влиянием повышенной температуры.

Вопрос о том, могут ли органические соединения, — углеводы, белки и проч. — самопроизвольно разлагаться, решался, как



известно, различно в зависимости от развития учения о микроорганизмах. В до-Пастеровское время принималось вообще, что органические соединения разлагаются сами по себе чрезвычайно легко. Это воззрение, однако, не могло просуществовать долго. По мере того, как развивалось учение о низших организмах, выдвинувшее на первый план их роль в разрушении органических соединений, и по мере того, как усовершенствовались методы стерилизации, учение о саморазложении органических соединений должно было уступить место прямо противоположному. И, действительно, во второй половине XIX века укореняется все более и более взгляд, что органические соединения углеводы, белки — сами по себе, при отсутствии микроорганизмов, не обнаруживают склонности к саморазложению и что их водные растворы могут сохраняться неограниченно долгое время.

Мне казалось не лишним поставить ряд опытов с различными органическими веществами для выяснения способности их разлагаться в различных направлениях при температурах, не превышающих  $100^{\circ}\text{C}$ . Опыты эти носят характер предварительного исследования, и поэтому они во многих отношениях не удовлетворяют тем требованиям, какие в настоящее время можно и должно предъявить к физико-химическому исследованию. Но они и не стремились всесторонне выяснить вопрос о саморазложении органических веществ; важно было только определить, как могут разлагаться органические соединения в зависимости от времени и какие получаются при этом вещества, в особенности же решить вопрос, получаются ли те же самые продукты, что и при действии ферментов. Из многих опытов, произведенных в работе (с сахаром „декстрозой“, лактозой, маннитом, с глицерином, пептоном), мы приведем лишь три, в очень кратком изложении.

#### ОПЫТ ПЕРВЫЙ. 13 мая 1903 г.

Для опыта взят 1 л 50%-ного раствора сахара — 500 г сахара на 1 л дистиллированной воды. Кипячение происходит в трехлитровой колбе с обратным холодильником. Во всех опытах употреблялись столь длинные холодильники (от 80 см до 1 м), что опасность потери летучих продуктов была совершенно устранена.

Раствор кипятился 43 часа.

Отогнано 100 см<sup>3</sup>. Дестиллат имеет слабо кислую реакцию. Для нейтрализации потребовалось 0,5 см<sup>3</sup>  $1/10N$  КНО.

Снова кипятится 89 часов.

Отогнано  $200 \text{ см}^3$ . Для нейтрализации дистиллата потребовалось  $13,4 \text{ см}^3 \frac{1}{10}N \text{ КНО}$ .

Снова кипятится 59 часов.

Из раствора отогнано  $100 \text{ см}^3$ . Дистиллат имеет сильно кислую реакцию. Для нейтрализации потребовалось  $35,5 \text{ см}^3 \frac{1}{10}N \text{ КНО}$ .

Следовательно во время кипячения, продолжавшегося в общей сложности 191 час., количество образовавшихся летучих легко отгоняемых кислот эквивалентно  $49,4 \text{ см}^3 \frac{1}{10}N \text{ КНО}$ . Образование этих кислот, как это легко видеть, идет неравномерно. В первые дни оно очень слабо, в последние же дни идет очень энергично. Причина этого понятна: образовавшиеся в первые дни кислоты действуют в дальнейшем как катализатор и таким образом ведут к более быстрому распаденю сахара.

Что касается изменений самого сахарного раствора, то следует, прежде всего, отметить быстро наступающую карамелизацию. Параллельно с этой карамелизацией идет и так называемая гумификация сахара. Через 40—50 часов после начала опыта в растворе появляется бурый осадок, который затем увеличивается очень быстро; так, например, в нашем опыте количество его равнялось  $15,6 \text{ г}$ . Осадок этот представляет полное сходство с т. наз. искусственным гумусом.

Кроме легко летучих кислот в этом опыте образовалось еще большое количество кислот нелетучих. Часть их была отогнана с водяным паром, при чем получилось количество их, эквивалентное  $117 \text{ см}^3 \frac{1}{10}N \text{ КНО}$ . Кислота эта определилась как муравьиная. После отгонки реакция раствора оставалась все еще сильно кислой, что указывает на образование и других кислот, природа которых в этом опыте определена не была. В отгоне, кроме кислот, были найдены альдегид и ацетон.

#### ОПЫТ ВТОРОЙ. 14 мая 1903 г.

Опыт этот был поставлен с целью определить, образуется ли  $\text{CO}_2$  при нагревании растворов сахара на  $100^\circ \text{C}$ .

Для определения  $\text{CO}_2$  во все время кипячения через сосуд с раствором сахара протягивался воздух, предварительно, конечно, освобожденный от  $\text{CO}_2$ . Ток воздуха затем проходил через сосуд с водою, в котором задерживались легко летучие кислоты и другие летучие органические вещества (напр. ацетон,

альдегид и проч.). Для лучшего удержания этих веществ вода в этом сосуде все время охлаждалась при помощи льда. Для поглощения  $\text{CO}_2$  служили две дрекселевские склянки, наполненные по  $300 \text{ см}^3$  баритовой воды.

Для опыта было взято 2 кг очищенного тростникового сахара и растворено в 5 л дистиллированной воды.

В первые 38 часов образовалось  $\text{CO}_2$  — 56,1 мг, т. е. в 1 час 1,4 мг.

В следующие 48 часов выделилось всего 44 мг, в 1 час, следовательно, всего 0,91 мг  $\text{CO}_2$ .

В следующие 7 дней нагревание велось при менее высокой температуре — при  $86$ — $90^\circ \text{C}$ . Пришлось понизить температуру в виду того, что кипение, вследствие образовавшегося в первые дни значительного осадка гуминовых веществ, шло с такими сильными толчками, что можно было опасаться за целостность всего прибора. Общее количество  $\text{CO}_2$  за это время было только 55 мг, следовательно, в 1 час 0,32 мг.

Далее температура снова повышена до  $100$ — $100,5^\circ \text{C}$ . Сверх ожидания, несмотря на бурное кипение и сильные толчки, прибор остался цел, и опыт мог быть продолжен. Было выделено  $\text{CO}_2$  в следующие 48 часов: 15,4 мг, в 1 ч. 0,32 мг. И в следующие 20 дней: 71,5 мг, в 1 ч. 0,14 мг.

Итак, мы видим, что с течением времени количество  $\text{CO}_2$  уменьшается, очевидно, потому, что под влиянием образовавшихся в первые дни продуктов разложения сахара его распад начинает идти в другом направлении, чем в начале опыта.

#### ОПЫТ ТРЕТИЙ. 12 июля 1903 г.

В следующем опыте были определены только летучие кислоты и другие летучие продукты.

После 12-дневного нагревания раствор сахара, совершенно темный и содержащий большое количество нерастворимых гуминовых веществ, был подвергнут перегонке. Полученный отгон имеет сильно кислую реакцию, кислотность его равняется  $81,3 \text{ см}^3 \text{ } \frac{1}{10} N \text{ KNO}_3$ .

В этом опыте была сделана попытка определить те летучие продукты, которые, помимо кислот, образуются при нагревании водных растворов сахара.

Найдены: спирт, ацетон и уксусный альдегид.

Для опыта взято два литра 50%-ной декстрозы. Нагревание ведется в стерилизаторе. Опыт продолжается 10 дней. По окончании опыта было отогнано 200 см<sup>3</sup>. В этом отгоне найдены: ацетон, альдегид, следы спирта.

С водяным паром отогнано 3 литра. Отгон имел сильно кислую реакцию. Кислоты найдено количество, эквивалентное 98,3 см<sup>3</sup>  $\frac{1}{10}$  N КНО.

В самом растворе — совершенно темном и непрозрачном — найдено 2,7 г гуминовых веществ.

#### ОПЫТ С ПЕПТОНОМ.

При продолжительном нагревании 10% раствора очищенного пептона были получены следующие летучие продукты: СО<sub>2</sub> (в большом количестве), свободный аммиак, сероводород. В растворе найдены азотистые соединения, легко отдающие аммиак при перегонке с магниезией. Словом, при кипячении растворов пептона получается полное его разложение.

Подводя итоги нашим опытам, мы можем сказать, что ими несомненно доказана способность органических соединений саморазлагаться в различных направлениях.

Это саморазложение при относительно невысоких температурах 98—100° принимает уже такие размеры, что легко может быть исследовано даже с количественной стороны, раз только действие повышенной температуры продолжается достаточно долго. Кроме того, и это самое важное, этими опытами было показано, что саморазложение органических соединений может идти, и отчасти, и идет, в том же направлении, что и при действии ферментов в живой клетке. Конечно, того гладкого разложения в определенном направлении, какое мы видим при действии ферментов, вызвать повышением температуры не удастся, да этого, впрочем, нельзя было и ожидать. Дело в том, что ускорение, вызываемое повышением температуры, не имеет специфического характера. Повышение температуры сразу и одновременно ускоряет разложение в различных направлениях, при чем образующиеся при этом продукты сами начинают действовать как катализаторы, ускоряя реакцию то в одном, то в другом направлении (автокатализ Оствальда), и тем самым еще более усложняют общую картину распада органических соединений.

И если, несмотря на это, нам все-таки удалось показать, что даже такие соединения, как спирт, угольная кислота — эти главнейшие продукты в физиологических процессах клетки, — получаются и при ускорении, вызываемом одним повышением температуры, то этим самым, кажется мне, разрешается в утвердительном смысле поставленный нами выше вопрос: можем ли мы в действии ферментов видеть только ускорение самостоятельно идущих реакций, а в самих ферментах лишь ускорителей-катализаторов?

Итак, ферменты — это катализаторы живой клетки, это те орудия, которыми пользуется организм для производства своей химической работы.

Нетрудно видеть, почему организм пользуется именно катализаторами для этой цели. Стоит только задуматься, что такое представляет из себя жизнь в физико-химическом смысле и при каких условиях она протекает, чтобы стало ясным, что для выполнения главных жизненных задач нет более целесообразного, более подходящего средства, как катализаторы. Действительно, что иное представляет собою жизнь, как не постоянную трату, постоянное превращение химической энергии, идущее при этом чрезвычайно быстро. Человек, напр., в 24 часа сжигает в процессе дыхания 1,2% собственного веса, плесневые грибы — 6%, а некоторые бактерии успевают в это время 200 раз сжечь самих себя. Понятно, что клетки должны обладать какими-нибудь средствами для ускорения химических реакций.

Таких средств, вообще, мы знаем три: 1) повышение температуры, 2) изменение концентрации и 3) действие катализаторов. Из этих трех средств первое, очевидно, неприменимо к клетке, второе может иметь только очень ограниченное применение, так как применению его ставится предел растворимостью реагирующих веществ. Остается только третье. И этим третьим средством организм и пользуется широко, имея в своем распоряжении чуть ли не для всякого химического процесса соответствующий фермент — катализатор.

Таким образом вопрос о том, как производятся различные химические процессы, необходимые для жизни, можно считать в настоящее время, по крайней мере в принципе, решенным. Никаким так называемым виталистическим теориям отныне нет и не может быть места. Будущим исследователям химизма жизни не придется уже считаться с этим воззрением, все их внимание должно быть направлено на выделение ферментов,

на изучение их состава и законов их действия, что в конце концов и приведет к созданию научной теории ферментативных реакций.

С созданием такой теории, которую физиолог может спокойно предоставить химикам, не исчерпывается, однако, его, физиолога, задача. Конечно, жизнь каждого организма складывается из суммы химических и физических процессов, и процессы эти должны быть изучены в отдельности, — но этого мало. Дело в том, что каждый организм, каждая клетка представляет из себя определенную систему динамического равновесия, характеризующуюся известной устойчивостью по отношению к внешним факторам. Поэтому понятно, что все процессы, из которых складывается жизнь, должны быть между собою координированы, должны протекать в известном порядке, все должно быть направлено к достижению определенной цели, составляющей жизненную задачу организма <sup>1)</sup>.

В этом отношении физиолог не должен забывать, что в организме он имеет перед собою целесообразно устроенный и целесообразно работающий механизм <sup>2)</sup>, понимая последний в самом широком смысле этого слова, ибо только, имея в виду эту особенность организма, он и может ставить свои вопросы.

Вот почему при изучении каждого жизненного процесса представляется двойная задача. С одной стороны, процесс должен быть изучен, как физическое или химическое явление, с другой, должна быть определена его роль в жизни клетки и должно быть показано, каким образом он исполняет эту роль. Одно же изучение химической или физической природы какого-нибудь процесса — как ни важно оно само по себе — еще не разрешает физиологической проблемы, — она остается открытой.

Для пояснения этой мысли позволю себе привести следующий пример.

Представим себе, что нам бы предстояла задача — изучить работу какой-нибудь паровой машины, которая так же, как и организм, хотя в меньшей степени, представляет из себя устойчивую систему динамического равновесия. Представим себе, кроме того, что устройство машины, ее конструкция по тем

---

<sup>1)</sup> См. по этому поводу: M a s c h, *Analyse der Empfindungen*, p. 81, 1903,

<sup>2)</sup> Бояться и избегать понятия „целесообразность“ в настоящее время, когда после Д а р в и н а мы можем понимать его чисто научным образом, без малейшей примеси какой-нибудь метафизики, конечно, не следует; ср. по этому поводу у M a s c h'a, там же, стр. 68.

или другим причинам нам не была, да и не могла быть, известной в данный момент. И вот мы приступили бы к разрешению нашей задачи. Мы произвели бы, прежде всего, ряд химических анализов нашей машины. Мы нашли бы, что она состоит из стольких-то процентов железа, меди, цинка, одревесневшей клетчатки, углерода, воды и других составных частей. При дальнейшем исследовании мы нашли бы, что наша машина во время работы поглощает кислород и выделяет угольную кислоту, установили бы тот факт, что это выделение  $\text{CO}_2$  связано с присутствием каменного угля, и, наконец, показали бы, что выделение  $\text{CO}_2$  есть ни что иное как результат горения каменного угля. И если бы мы изучили этот процесс даже самым тщательным образом как с химической, так и с физической сторон, то все-таки мы не могли бы успокоиться на этом, не могли бы считать свою задачу исполненной.

Вопрос, как работает машина, какую роль играет при этом процесс горения каменного угля, оставался бы открытым. И пусть он, может быть, и не мог бы быть разрешен в данный момент вследствие незнания устройства машины, но поставлен он должен был бы все-таки быть, и, во всяком случае, мы не имели бы права сказать, что поставленная нами задача разрешена только потому, что мы объяснили, почему горит уголь в нашей машине.

Я остановился несколько дольше на этом вопросе потому, что в последнее время часто раздаются голоса, что с объяснением химической или физической стороны какого-нибудь жизненного процесса исчерпывается вся задача физиолога и что каких-то физиологических процессов не существует совсем.

Изучение физиологической стороны процессов, происходящих в живой клетке, в большинстве случаев представляет такие затруднения, что, к сожалению, действительно слишком часто слово „физиологический“ может быть заменено словом „необъяснимый или необъясненный“. Затруднения эти лежат не столько в трудностях химического или физического исследования, правда, иногда тоже почти непреодолимых, сколько в нашем полном незнании с тем механизмом, который представляет собою так наз. протоплазма<sup>1)</sup>, в которой разгиваются все эти процессы.

---

<sup>1)</sup> Здесь и в других местах „протоплазма“ понимается в физиологическом смысле, т. е. как жизненный субстрат. Поэтому это понятие обнимает не только протоплазму в гистологическом смысле, но и все организованные включения: ядра, хроматофоры и проч.

Поэтому я совершенно не понимаю тех физиологов, которые полагают, что в физиологии мы можем обойтись без понятия „протоплазма“, заменяя его химическим понятием отдельных тел, входящих в ее состав. Конечно, протоплазма состоит из определенных химических соединений, и многое в будущих успехах физиологии будет зависеть от нашего лучшего знакомства с химическим составом протоплазмы,— все это, конечно, верно. Но все-таки, какими бы тонкими методами анализа мы ни обладали и как бы хорошо мы ни изучили химический состав протоплазмы, мы никогда ни могли бы заменить понятие „протоплазма“ химическим понятием ее составных частей.

Протоплазма есть, прежде всего, определенный механизм, хотя бы, может быть, и совершенно своеобразного типа, ничего общего не имеющий с известными нам типами машин. И подобно тому, как например, паровая машина не есть только сумма железа, меди, дерева, угля, из которых она хотя и состоит, так и протоплазма не равняется сумме химических соединений, входящих в ее состав.

Уравнение: протоплазма =  $a$  белка +  $b$  жира +  $c$  углеводов и проч. есть такая же нелепость, как уравнение: Венера Милосская =  $\text{CO}_2\text{Ca}$ . Поэтому все попытки объяснить жизненный процесс без допущения определенной структуры протоплазмы, или даже игнорируя ее, заранее обречены на неудачу.

Вот почему ни теперь, ни в будущем, когда мы, может быть, будем обладать полным знанием химического состава протоплазмы, мы не избежим вопросов, касающихся ее строения. Напротив того, чем лучше мы изучим химические и физические свойства живой клетки, тем настойчивее будет вставать перед нами вопрос об устройстве того удивительного механизма, имя которому — протоплазма.

Удастся ли нам проникнуть в тайну ее строения или нам придется довольствоваться более или менее удачными гипотезами — это вопрос другой, выходящий за рамки моей статьи. Несомненно, однако, одно — удовлетворительное объяснение жизненных явлений мы получим, только вводя в круг наших исследований и вопрос о протоплазме.



## ПИТАНИЕ И СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ.

(Речь, произнесенная на заседании, посвященном памяти  
проф. Я. Я. Никитинского-отца.)

Среди того неправильного потока превращений энергии, в виде которого может быть представлено все существующее и который неумолимо ведет к увеличению энтропии в мире, одни только фотохимические превращения как бы противодействуют этой общей цели, задерживая на время этот процесс. Этот особый характер некоторых фотохимических превращений обуславливается резкой противоположностью между световой и химической энергией. Свет и химическая энергия—это два крайних антипода по всем своим свойствам. Свет—это наиболее текучая, наиболее трудно сохраняемая форма энергии. Сохранить свет как таковой нельзя, он неудержимо стремится превратиться в тепловую энергию, равномерно рассеивающуюся в мировом пространстве. В противоположность свету химическая энергия является наиболее сохраняемой, наиболее постоянной формой энергии. И потому превращение света в эту форму энергии имеет громадное значение для всего мира явлений и событий.

Как велико значение этого превращения, мы легко можем видеть из того хорошо всем известного факта, что один из главных источников энергии на наших фабриках и заводах—химическая энергия каменного угля—есть ни что иное как превращенный свет, много миллионов лет тому назад освещавший нашу планету. Из многих миллиардов калорий, которые посылались вместе с могучими потоками света на нашу землю, только небольшая часть, превратившаяся в химическую энергию, сохранилась до наших дней, пролежав без движения в недрах земли, пока и оттуда для новых превращений не извлекла ее сознательная воля человека.

В настоящую эпоху превращение света в химическую энергию совершается почти исключительно в живых организмах, но оно происходило на нашей планете и до появления жизни. Более того, это превращение явилось необходимой предпосылкой появления этих организмов, ибо раньше, чем появилась жизнь, должен был появиться химический субстрат жизни — органические соединения.

Чтобы представить себе, как происходило образование органического вещества в эту отдаленную от нас эпоху, перенесем мысль миллиарда на 3-4 лет назад, к моменту рождения нашей планеты в мировом пространстве.

Отделившись от своего центрального тела — солнца, она подобно ему представляла собою раскаленное газообразное тело, и при той высокой температуре, которая господствовала на ней, никакие синтетические процессы не были возможны. Сильное излучение тепла в мировое пространство, в связи с небольшими размерами нового небесного тела, повлекло за собою сильное охлаждение, и прошло, вероятно, немного времени, как оно охладилось уже настолько, что образовавшиеся окислы металлов покрыли твердой оболочкой нашу планету.

С образованием твердой оболочки произошло отделение недр земли от газообразных тел, образовавших атмосферу. Состав этой атмосферы был гораздо разнообразнее современной. По Аррениусу, она состояла из углеводородов, циана, окиси углерода, азота, кислорода, водорода, гелия и хлора. По мере понижения температуры состав этот подвергается сильным изменениям. Прежде всего это сказывается на кислороде. Находившийся раньше в свободном состоянии, он при понижении температуры до  $1500^{\circ}\text{C}$  начинает окислять водород в воду, которая при дальнейшем понижении температуры до  $365^{\circ}$  (критическая точка кипения воды) начинает образовывать облака, конденсируясь около ионизированных частиц воздуха. Затем окись углерода переходит в  $\text{CO}_2$ , циан начинает разлагаться с образованием аммиака, гелий понемногу исчезает из атмосферы, улетучиваясь в мировое пространство, исчезает совсем и кислород, затратившись на различные процессы окисления.

Таким образом в этот период состав нашей атмосферы отличался большим содержанием  $\text{CO}_2$ , водяного пара, может быть, небольшим количеством  $\text{CO}$  и полным отсутствием свободного кислорода. Азот был представлен в виде свободного азота, циана, аммиака и, может быть, окислов азота. В этой-то

атмосфере в эту эпоху и начинается образование органических соединений.

Синтез органического вещества из углекислоты и других минеральных соединений возможен, как известно, лишь при затрате внешней энергии. Какими же источниками энергии располагала наша земля для этого процесса? Ответ на этот вопрос не труден. Такими источниками были свет и электричество.

В верхних слоях атмосферы, выше облаков, мы имеем свет, очень богатый ультрафиолетовыми лучами. В этих районах и должен был происходить первоначальный синтез органического вещества. Что такой синтез возможен, впервые было доказано опытами Бертелло и Гадемона в 1910 г. В стеклянную запаянную трубку помещалась смесь углекислоты или окиси углерода, водяного пара или водорода и подвергалась действию ультрафиолетовых лучей ртутной кварцевой лампы. По прошествии нескольких часов в трубке можно было обнаружить присутствие муравьиного альдегида. В присутствии едкого кали из  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  Стоклаза получил даже сахар.

Особенно поучительны в этом отношении недавние опыты Бэли (1922). Действуя ультрафиолетовыми лучами на раствор  $\text{CO}_2$  в воде, Бэли и его сотрудникам удалось получить не только муравьиный альдегид, но и глюкозу.

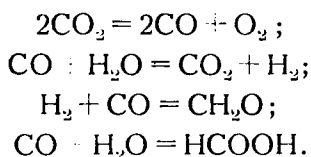
Опираясь на эти точно установленные факты, не будет слишком смелым с нашей стороны допустить, что подобные синтезы должны были иметь место и в атмосфере нашей планеты. Условия для этого были все налицо: большие количества углекислоты, водяной пар, ультрафиолетовые лучи. Таким образом в самую раннюю эпоху мы встречаемся с процессом превращения света в химическую энергию, подготовившим появление на земле жизни.

Эти синтезы могли происходить только в верхних слоях атмосферы; в нижних, куда вследствие громадной облачности проникал лишь очень ослабленный свет, они, конечно, были невозможны. Но образование органического вещества происходило и здесь. Здесь оно шло за счет электрической энергии, при т. наз. тихих разрядах электричества.

Эти тихие разряды электричества явились также результатом действия ультрафиолетовых лучей. Дело в том, что ультрафиолетовые лучи ионизируют газы. Ионизированные же газы способны конденсировать вокруг себя водяные пары, при чем отрицательные ионы этой способностью обладают в большей

степени, чем положительные. Эта ионизация и связанная с ней конденсация воды, идущая за счет ультрафиолетовых лучей, происходит, конечно, также по преимуществу в верхних слоях атмосферы, но так как образующиеся капли воды, падая вниз, увлекают с собою отрицательное электричество, а положительное остается вверху, то происходит разьединение зарядов электричества.

При последующем разряде, в атмосфере, богатой  $\text{CO}_2$ , могут происходить очень разнообразные синтетические реакции. Как показали интересные опыты Вальтера Леба и Бертелло, при действии тихого разряда электричества на смесь  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  может образоваться муравьиный альдегид. Образование муравьиного альдегида может быть представлено следующими реакциями:



Из образующейся смеси  $\text{CO} + \text{H}_2$  при действии тихого разряда получается кроме муравьиного альдегида и муравьиной кислоты еще гликолевый альдегид:



который является простейшим углеводом. Гликолевый альдегид легко переходит в тетрозу и гексозу. Кроме того, окисляясь, он дает гликолевую кислоту, которая, в свою очередь, с аммиаком может дать простейшую аминокислоту—гликоколь.

Перечисленными реакциями, конечно, не ограничивалось действие света. Образовавшиеся первичные продукты, подвергаясь действию света, являлись исходным пунктом для других соединений, чаще всего носящих характер альдегидов или кетонов. Образование всех этих соединений представляет интерес в том отношении, что альдегиды, как известно, отличаются способностью легко давать соединения с группами, содержащими  $\text{NH}$  или  $\text{NH}_2$ , и при своей склонности к полимеризации дают в результате очень сложные тела, в которых различные молекулы соединены между собой. В образовании органических соединений несомненно сыграл важную роль и циан. Циан при понижении температуры начинает разлагаться, с одной стороны, под влиянием кислорода, с другой—под влиянием воды. Как известно, циан уже при растворении в воде дает

щавелевую кислоту, цианистый водород, аммиак, угольную кислоту и мочевины. Кроме того, являясь вообще очень активным в химическом смысле телом, циан легко реагирует с различными химическими соединениями. Так, с водным раствором муравьиного альдегида он дает этилидендиоксамид, с уксусной кислотой, разложившись предварительно на цианистый водород и аммиак, он дает аминопропионовую кислоту. По исследованиям Чиамичиани и Зильбера, из цианистого водорода и ацетона на свету образуется амидомасляная кислота.

Все эти синтезы по своему близкому отношению к синтезу белка представляют большой интерес. Ведь все эти соединения — гликоколь, аланин, амидомасляная кислота — есть один из тех краеугольных камней, из которых по современным воззрениям строятся и белки (Фишер и Абдергальден).

Возможны были, конечно, и другие фотосинтетические реакции. Возможно, напр., что исходным материалом для образования азотистых органических соединений явилась во многих случаях азотная кислота, которая на свету восстанавливается в т. наз. нитрозин, образующий в присутствии альдегида формгидроксамовую кислоту.

Этими реакциями фотосинтез, конечно, не ограничивается. Он мог идти и другими путями, при чем такими, о которых мы в настоящее время не имеем и понятия. Дело в том, что наша химия знает только те реакции, которые протекают относительно быстро, реакции же, требующие для своей реализации большой продолжительности, для нас, можно сказать, не существуют совсем, а между тем и они в природе при тех колоссальных промежутках времени, которые протекли до появления жизни, могли иметь реальное значение.

О каких промежутках времени здесь может идти речь, могут дать некоторое представление следующие цифры. По Рессию, возраст земной коры определяется в 4 миллиарда лет, Нернст определяет его в 3 миллиарда. Время же, прошедшее со времени появления живых организмов, равняется всего 600 миллионам лет. Цифра эта получена Нернстом исходя из предположения, что жизнь не могла появиться раньше, чем земля охладилась до 50° С.

Таким образом в течение многих сотен миллионов лет происходили процессы превращения световой энергии в химическую, и химическая энергия в виде разнообразнейших органических соединений накапливалась на нашей земле. Невозможное в современную эпоху вследствие присутствия организ-

мов, поедающих органические соединения, это накопление в ту отдаленную эпоху могло привести в более мелких водных бассейнах к такой концентрации растворов, которая могла дать начало тому удивительному явлению, которое мы называем жизнью.

Я не могу здесь касаться вопроса о происхождении жизни, вопрос этот, как ни интересен он сам по себе, выходит за пределы этой статьи, посвященной вопросу превращения энергии в природе,—могу только повторить вместе с Негели, что тот, кто вообще отрицает самопроизвольное зарождение, тот проповедует чудо.

Что такое представляли собою первичные организмы, возникшие в эту эпоху из мертвой органической материи, мы, конечно, не знаем, и было бы напрасной тратой времени строить какие-нибудь гипотезы о морфологическом строении этих организмов. Они вероятно так сильно отличались от современных организмов, что если бы нам и удалось их каким-нибудь чудом увидеть, то еще неизвестно, признали ли бы мы их за живые организмы.

Больше значения имеют размышления о физиологической природе этих организмов. При решении вопроса о физиологическом типе первичного организма необходимо иметь в виду, что в эпоху появления жизни на земле наша атмосфера содержала очень небольшие количества кислорода и что, следовательно, первичные организмы должны были принадлежать или к анаэробному или микроаэрофильному типу.

Поэтому нет ничего невозможного, что первичные организмы вели метатрофный образ жизни, т. е. питались готовыми органическими соединениями, используя их химическую энергию путем процессов брожения. Но, конечно, такой тип питания скоро должен был уступить место более совершенному, ибо иначе жизнь с израсходованием органических соединений должна была бы прекратиться. Для непрерывности процесса жизни должны были появиться организмы прототрофного образа питания, организмы, способные самостоятельно синтезировать органическое вещество. Явились ли они в результате естественной эволюции метатрофных или же они появились раньше, как первичные организмы, решить, конечно, нельзя. Эти прототрофные организмы могли создавать органические вещества только путем хемосинтеза, так как световые отношения в эту эпоху были еще слишком неблагоприятны для появления фотосинтезирующих организмов.

Из ныне живущих прототрофных организмов к ним стоят ближе всего по типу питания серные бактерии. Способность серобактерий жить в присутствии ничтожных количеств кислорода и несмотря на это окислять  $H_2S$  в серную кислоту, создавая в то же время органическое вещество путем ассимиляции  $CO_2$ , делает организмы подобные им особенно пригодными для тех условий, которые господствовали в эту эпоху на нашей планете. Действительно, в это время в атмосфере земли находилось большое количество  $H_2S$ , выбрасываемого из недр земли частыми в то время вулканическими извержениями, и очень небольшие количества  $O_2$ . В этом отношении эта эпоха является менее подходящей для другой группы прототрофных организмов — нитрифицирующих, в которых многие склонны были видеть пионеров жизни на земле.

Хемосинтетические прототрофные организмы являются главными, если не единственными, представителями жизни, пока на земле господствует мрак. Но по мере того, как уменьшается толща облаков и свет, хотя еще и слабый, начинает проникать до поверхности земли, создаются возможности и для фотосинтетической деятельности.

Использование световой энергии для создания органического вещества представляет собою такое громадное преимущество, что нет ничего удивительного в том, что в процессе эволюции появляются организмы, приспособленные к этому новому способу получения свободной энергии. Появляются фотосинтезирующие организмы. Каковы были эти первые организмы, мы, конечно, тоже не знаем. Мало вероятно, однако, чтобы это были зеленые организмы вроде наших водорослей. Состав света при продолжающейся большой облачности был неблагоприятен для этих организмов. Свет этот был совершенно лишен красных лучей, играющих такую выдающуюся роль в ассимиляции  $CO_2$  зелеными растениями.

Первые фотосинтезирующие организмы должны были быть красного цвета, и опять мы приходим к серобактериям, среди которых имеется своеобразная группа пурпурных бактерий. Первичные фотосинтезирующие организмы по своему физиологическому типу питания должны были представлять большое сходство с этой группой организмов. Способность их одновременно ассимилировать  $CO_2$  и окислять  $H_2S$  и в то же время довольствоваться ничтожными количествами кислорода — все это делает организмы этого типа особо пригодными для существования в эту эпоху.

Процесс образования органического вещества, таким образом, носит в этот период смешанный характер. Чисто физико-химические превращения, однако, повидимому, преобладают,— жизненный процесс еще слишком слабо развит, чтобы биохимические реакции превращения световой энергии могли играть преобладающую роль.

Но по мере того как световые отношения улучшились, по мере того как свет все в большем и большем количестве и иного спектрального состава попадал на нашу землю, создавались условия и для появления зеленых растений, и в тот прекрасный день, когда рассеялась пелена сплошных облаков и яркий солнечный свет впервые озарил нашу планету, победа была предрешена за ними.

С появлением зеленых растений картина мира меняется. Старый мир—мир физико-химических превращений кончается,— рождается новый мир, мир, в котором все главнейшие процессы идут под знаком биохимии. Действительно, если отвлечься от тех изменений, которые явились результатом вулканической деятельности, то все главнейшие изменения в земной коре: процессы почвообразования, образование осадочных горных пород—совершаются при ближайшем участии различных организмов.

В этот период, продолжающийся отчасти и донныне, центральная роль принадлежит зеленому растению. Являясь посредником между солнцем и землей, оно, в процессе усвоения углекислоты и воды, превращает световую энергию в химическую, которая в форме органического вещества и является источником питания для всего живого населения земли.

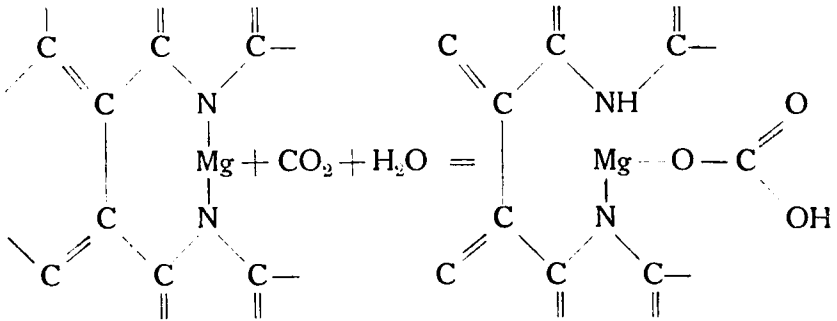
Усвоение световой энергии зелеными растениями происходит, как известно, при посредстве хлорофилла, и потому понятно, что изучение хлорофилла и связанного с ним процесса ассимиляции является одной из центральных задач физиологии растений. Этой задаче отдают свое внимание, начиная с Пристлея и Ингенхуза, выдающиеся ученые физиологи XIX и XX столетий, совместными усилиями которых роль хлорофилла выясняется более или менее полно.

По современным воззрениям, развитым главным образом в замечательных исследованиях Вильштеттера и в недавних работах Бэли, роль хлорофилла в процессе ассимиляции рисуется в следующем виде.

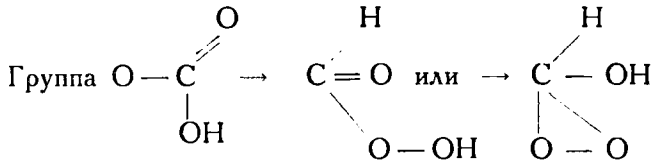
Процесс ассимиляции начинается с присоединения углекислоты хлорофиллом. Это присоединение совершается при



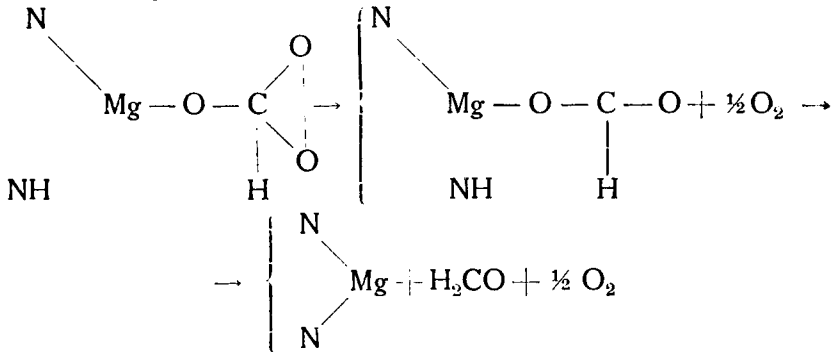
посредстве магния, входящего в молекулу хлорофилла<sup>1)</sup>, и может быть выражено следующей формулой:



Соединение это довольно стойкое в живых листьях, отличается теми же оптическими свойствами, что и хлорофилл, т. е. оно обладает такую же способностью поглощать определенные лучи спектра. За счет поглощенной энергии соединение хлорофилла с углекислотой переходит в изомерную ему форму перекиси по уравнению:



Это перекисное соединение, по мнению Вильштеттера, может разлагаться самопроизвольно с отщеплением кислорода и муравьиного альдегида. Отщепление кислорода может идти или сразу или постепенно; в последнем случае как промежуточная стадия получается соединение хлорофилла с остатком муравьиной кислоты. Эти реакции можно выразить следующими формулами:



<sup>1)</sup> По исследованиям Вильштеттера, хлорофилл состоит из двух хлорофиллов: хлорофилла а и хлорофилла в.

По мнению Бэли, количество энергии, поглощаемое хлорофиллом, недостаточно для того, чтобы отщепить весь кислород, и поэтому половина кислорода остается соединенным с хлорофиллом, превращая его в хлорофилл b. Но так как исследования Вильштеттера показали, что отношение между количеством хлорофилла a и количеством хлорофилла b во все время ассимиляции остается постоянным, то необходимо допустить, что одновременно с образованием хлорофилла b происходит и его восстановление: регенерация хлорофилла a. Необходимую для этого энергию дает опять-таки свет, поглощаемый, по мнению Бэли, желтыми пигментами, находящимися в хлорофилльном зерне: кератином и ксантофиллом.

Таким образом, в результате всех описанных реакций, мы получаем, с одной стороны, муравьиный альдегид, с другой — регенерированный хлорофилл, который вновь вступает в соединение с новыми количествами  $\text{CO}_2$  и вновь подвергается тем же самым превращениям. Таким образом небольшое относительно количество хлорофилла, поглощая световую энергию, может разложить громадные количества угольной кислоты, другими словами, хлорофилл является своеобразным фотокатализатором реакции разложения угольной кислоты.

Образующийся при фотокаталитическом разложении  $\text{CO}_2$  муравьиный альдегид в дальнейшем подвергается уплотнению и переходит в различные углеводы. Эта реакция не нуждается в притоке внешней энергии, она может идти и самопроизвольно, необходимое же ускорение этой реакции вызывается, по мнению Вильштеттера, особым ферментом, находящимся в протоплазматической части хлорофилльного зерна.

Образующиеся углеводы — глюкоза, крахмал — являются первым материалом для образования всех тех разнообразных органических соединений, какие мы встречаем в растительном организме. Все эти соединения обладают известным запасом потенциальной энергии, которое пошло на их образование.

Спрашивается: какое же количество световой энергии, поглощаемой растением, превращается в форму химической энергии, как велик так называемый экономический коэффициент фотосинтеза?

Решение этого вопроса представляет громадный интерес для оценки растения как аккумулятора солнечной энергии. Первые попытки его решения были сделаны Беккерелем еще в 1872 г. Беккерель, исходя из количества энергии, падающей

на 1 гектар во Франции, и количества углерода, усвояемого различными растениями (лесом, луговой растительностью, земляной грушей), нашел, что количество используемой световой энергии составляет всего 0,1—1%. К такой же величине пришел и Пфеффер в своих вычислениях.

Невысокий процент использования получился и в опытах с непосредственным учетом поглощенного и усвоенного света. Такие опыты впервые были произведены Броуном и Эскомбом в 1905 г.

Определения количества поглощенного света зелеными листьями различных растений (*Helianthus annuus*, *Senecio grandifolius*, *Tropaneolum majus*, *Negundo Acoroides* и др.) показали, что поглощение света может достигать очень большой величины. до 81%, но что из всего этого поглощенного света только 0,7% было затрачено в фотосинтезе (*Helianthus annuus*), главное же количество пошло на испарение воды. Таким образом экономический коэффициент, по определению Броуна и Эскомба, очень незначителен: в некоторых случаях он падал до 0,27%, и самое лучшее использование света немногим превышало полтора процента (1,66%). Опыты Броуна и Эскомба далеко не безупречны, однако, в методологическом отношении, и поэтому придавать большого значения этим цифрам нельзя.

Гораздо совершеннее и точнее непосредственные определения, произведенные Пурьевичем. Пурьевич в своих опытах определял каждые десять минут инсоляцию при помощи болометра Люмьера и, основываясь на этих определениях, вычислял количество солнечной энергии в граммкалориях, падающее на 1 см<sup>2</sup> листовой поверхности во время опыта. Затем он определял по методу так называемых половинок (метод Сакса) теплоту горения продуктов ассимиляции, образовавшихся в течение опыта, и из сравнения этих двух величин получал экономический коэффициент фотосинтеза.

Вот один из опытов с *Polygonum Sachalinensis*.

	До иносоляции	После иносоляции
Вес сухого вещества 1 см <sup>2</sup> листа . .	0,0045 г	0,0056 г
Теплота горения сух. вещ. 1 см <sup>2</sup> . .	19,902 г-кал	22,487 г-кал
Количество свет. энергии на 1 см <sup>2</sup> в течение опыта . . . . .	97,62 "	
Прибыль теплоты горения . . . . .		2,585 г-кал
Экономический коэффициент . . . . .		2,6 "

Величина коэффициента оказалась очень различной для различных растений — колебания были от 0,6% до 7,7%. На

величину коэффициента оказывала большое влияние и продолжительность опыта: чем длительнее был опыт, тем меньше получался коэффициент. Это служит некоторым указанием на не вполне нормальные условия, в которых находились растения (листья были заключены в плоские стеклянные сосуды, через которые протягивался воздух), и поэтому представляется несколько рискованным на основании этих опытов судить об использовании световой энергии в естественных условиях.

В этом отношении большой интерес представляют недавно опубликованные наблюдения Дояренко (1924) над использованием солнечной энергии культурными растениями в условиях полевого опыта.

Для определения коэффициента фотосинтеза Дояренко поступает следующим образом. Собирается весь урожай вместе с подземными частями с 1 м<sup>2</sup> опытного поля и измельчается в мелкую муку, из которой прессованием приготавливаются небольшие брикеты, служащие для определения калорийности. Последняя определялась сжиганием в бомбе Бертелло-Кракер-Миллера, в водяном калориметре. Полученное число калорий сравнивалось с количеством солнечной энергии, получаемой площадью в 1 кв. метр в течение всего вегетационного периода. Процент усвоенной энергии Дояренко называет техническим коэффициентом использования энергии. Величины технических коэффициентов приведены в следующей таблице.

Средние технические коэффициенты.

В и д ы к у л ь т у р	1913 г.	1916 г.	1919 г.	Среднее
Рожь . . . . .	—	2,43	2,41	2,42
Пшеница . . . . .	—	2,65	2,71	2,68
Овес . . . . .	2,65	2,69	2,87	2,74
Картофель . . . . .	2,41	2,45	2,26	2,38
Клевер . . . . .	2,36	2,02	2,19	2,18
Вика . . . . .	1,92	1,95	2,07	1,93
Свекла кормовая . . . . .	1,75	1,93	2,05	1,91
„ сахарная . . . . .	1,78	1,84	2,21	1,94
Турнепс . . . . .	1,76	1,97	2,11	1,95
Лен . . . . .	—	—	3,61	3,61
Люпин . . . . .	—	4 48	5,10	4,79

Как видно из этих цифр, технический коэффициент оказался значительно выше, чем это можно было ожидать на основании вышеприведенных физиологических данных. Экономический коэффициент фотосинтеза должен быть очень высок, чтобы дать такие величины технических коэффициентов, так как понятно, что технический коэффициент, относимый ко всему вегетационному периоду, выражает собою только некоторую долю фактически усвоенной энергии.

Действительно, учитывая солнечную энергию, падающую на 1 кв. метр за весь вегетационный период, мы учитываем ее и в первый период развития растения, когда оно еще не покрыло почвы своими листьями, и в последний период созревания растения, когда ассимиляция  $\text{CO}_2$  или прекратилась уже совсем или представляет собою ничтожную величину. Некоторое приближенное представление об истинном экономическом коэффициенте (физиологический коэффициент) дают определения Дояренко технического коэффициента не за весь период, а лишь за время наивысшего развития растения (период между выходом в трубку озимых и периодом колошения).

Для этого периода получились чрезвычайно большие величины технических коэффициентов: для озимой пшеницы 8,78 и для ржи 7,58.

Если принять во внимание трату вещества в процессах дыхания и то обстоятельство, что количество получаемой солнечной энергии не было определено непосредственно для Петровско-Разумовского (близ Москвы), а были взяты данные Павловской актинометрической станции, расположенной значительно севернее Москвы, то вряд ли мы ошибемся, если истинный экономический коэффициент фотосинтеза примем около 10%.

Во всяком случае определения Дояренко рисуют нам хлорофильный аппарат в качестве аккумулятора солнечной энергии в гораздо более выгодном свете, чем это принималось до сих пор. Не надо забывать, кроме того, что определения Дояренко производились в естественных условиях, в которых, несмотря на всю высокую культурную обработку опытных участков, все же не все факторы ассимиляции находились в *optimum'e*, угольная кислота, напр., несомненно в часы наиболее интенсивного освещения находилась в минимуме, не позволяя хлорофильному аппарату во-всю развернуть свою работоспособность.

Обладая таким удивительным аппаратом, растение могло вести образование и накопление органического вещества

в таком грандиозном масштабе, перед которым совершенно ступшевыаются все процессы чисто физико-химического характера, которые отныне утрачивают всякое значение для круговорота жизни на земле.

С другой стороны, образование громадных масс органического вещества открывало возможность для широкого развития метатрофных организмов, и мы действительно видим, как параллельно с развитием растительного мира идет пышное развитие животной жизни.

Животный мир и мир всех вообще метатрофных организмов (бактерии, грибы) явился естественным потребителем того избытка органического вещества, которое созидалось деятельностью зеленого растения, и вскоре сам стал необходимым фактором существования зеленого растения. Дело в том, что односторонняя ассимиляция угольной кислоты влекла за собою ее уменьшение в атмосфере и грозила бы в недалеком будущем гибелью и самому зеленому растению, если бы не минерализация органического вещества, не его обратное превращение в угольную кислоту в процессах дыхания и брожения метатрофных организмов.

Между миром зеленых растений и миром организмов безхлорофильных устанавливается некоторое гармоническое соотношение: количество растений обуславливает собою численность представителей животного мира и других метатрофных организмов. Гармония эта, впрочем, далеко не так совершенна как это обыкновенно думают; минерализация органического вещества встречает на своем пути различные препятствия, не позволяющие ей идти до конца, до образования  $\text{CO}_2$ .

Как неполно шла и идет минерализация, этому учат нас колоссальные запасы каменного угля в недрах земли, об этом говорит и непрекращающееся и в наши дни образование торфа. И каменный уголь и торф ведь все они образовались из  $\text{CO}_2$  нашей атмосферы, все они прошли в форме органического вещества через хлорофильное зерно. Образование каменного угля извлекло из нашей атмосферы колоссальное количество  $\text{CO}_2$ , уменьшает ее количество и каждое новое образующееся торфяное болото.

Коррективом этому процессу является вулканическая деятельность во всех ее проявлениях, начиная с грозных форм вулканических извержений и кончая мало эффектными истечениями в виде газовых струй в местностях с нарушенным напластованием земной коры.

Если бы не вулканическая деятельность, то жизнь давным-давно прекратилась бы на земле, и в этом смысле даже самые разрушительные формы этой деятельности, несущие смерть всему окружающему, являются положительными факторами для развития жизни на земле<sup>1)</sup>). Таким образом мы видим, что регулирование отношений между потреблением  $\text{CO}_2$  и ее образованием оказались не под-силу живому населению земли, биохимизм потерпел крушение. Жизнь была спасена не жизнью, а стихийными, неупорядоченными движениями в земной коре, снабжавшими время от времени нашу атмосферу новыми запасами углекислоты.

И только со времени мировой деятельности исторического человека, когда жизнь в его лице берет на себя задачу регулирования некоординированных отношений между различными явлениями живой и мертвой природы, жизнь начинает одерживать победу.

Отныне одним из главнейших факторов, определяющих как развитие живого населения, так и ход многих физико-химических процессов, является сознательная воля человека. Мир вступает в новый период, который можно назвать биопсихохимическим, желая подчеркнуть этим названием роль психики человека.

Мы находимся в самом начале этого периода, человек только что начинает накладывать свою властную руку на ход событий в природе, но то, что уже достигнуто им в этом отношении, дает право на самые необузданные фантазии при попытке нарисовать будущее нашей жизни.

Роль человека, как биологического фактора, в общем еще мало оценена. А между тем за короткое время своего существования он сумел совершенно изменить и флору и фауну земли. В настоящее время самыми распространенными растениями являются немногие злаки, группа т. наз. корнеплодов, несколько бобовых,—словом, т. наз. культурные растения. Принадлежащие различным семействам, обладающие различным анатомическим и морфологическим строением, они только в одном отношении сошлись между собою — все они оказались

---

<sup>1)</sup> Вулканическая деятельность покрывала также и ту убыль  $\text{CO}_2$ , которая явилась результатом выветривания первичных горных пород. Вся угольная кислота, отложенная в осадочных породах известняка, мрамора и доломита, когда то находилась в нашей атмосфере. Количество ее, по вычислениям геологов, в 25 000 раз превышает количество ее в воздухе.

полезными человеку, и это-то обстоятельство и обеспечило им победу в борьбе с своими конкурентами.

Между человеком и этими растениями образуется своеобразный симбиоз, в котором человек с своей стороны вносит труд и знание, чтобы обеспечить своим избранникам наилучшие условия существования. Поддерживая существование определенных растений, человек этим самым, пускай часто даже бессознательно, влияет на все биологическое население земли, начиная с микроорганизмов и кончая высшими представителями животного мира. Чтобы обеспечить победу своим избранникам, человек не останавливается и перед борьбой со стихийными силами природы. Борется он с засухой, орошая поля, которые без этого превратились бы в пустыни, осушает почвы, предотвращая превращение их в болота, уменьшающие запас  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Путем рациональной обработки почвы регулирует минерализацию органического вещества, восстанавливая нарушенное равновесие между приходом и расходом  $\text{CO}_2$  в природе. Работа, которую затрачивает в этом направлении человек, колоссальна, при чем, чем выше культурное развитие человека, тем большая доля работы приходится на умственную энергию человека.

Человек создает целую науку земледелия, задача которой состоит в изучении и в создании наилучших условий для превращения солнечной энергии растениями. Он покрывает земной шар сеть различных опытных станций, создает академии и все это для того, чтобы какой-нибудь *Triticum vulgare* оказался победителем в борьбе за существование. Само неспособное к сознательной работе, растение, благодаря симбиозу с человеком, в этой борьбе использует умственную работу Соссюров, Пастеров, Виноградских и выходит торжествующим победителем.

Но тем печальнее участь тех растений, которые не сумели остановить на себе благосклонного внимания человека — их ждет в будущем полное исчезновение с лица земли.

Ту же картину воздействия человека мы наблюдаем и по отношению к животному миру. Только полезные человеку животные имеют шансы на дальнейшее существование, только у них есть еще будущее, все же остальные обречены на смерть и исчезновение. И не надо обладать особо пылкой фантазией, чтобы на канве этой общей мысли нарисовать картину будущего однообразия растительного и животного мира.

На ход превращения энергии человек влияет еще и другим путем: сжигая на своих фабриках и заводах каменный уголь



и торф, человек возвращает обратно в атмосферу извлеченную из нее в прежние геологические эпохи углекислоту.

Количество образуемой при этом  $\text{CO}_2$ , увеличивающееся с каждым годом, очень велико. В 1913 г. мировая добыча каменного угля равнялась 1 380 млн. тонн, которые при сгорании дали около 5 млрд. тонн  $\text{CO}_2$ . Если к этому количеству прибавить то, которое получается при сжигании торфа, нефти и ее продуктов, дров, то вряд ли мы ошибемся, приняв, что ежегодно в атмосферу выбрасывается не менее 6 миллиардов тонн  $\text{CO}_2$ . Это количество составляет одну двухсотую общего запаса углекислоты в воздухе т. е., если бы угольная кислота отчасти не поглощалась океанами и не затрачивалась в процессах выветривания, то уже через двести лет количество ее в атмосфере должно было бы удвоиться.

Увеличение содержания угольной кислоты в воздухе имеет громадное значение для усвоения солнечной энергии растением.

Во-первых, ассимиляция, как это показали еще исследования Годлевского, при слабых концентрациях  $\text{CO}_2$  (до 1%) почти прямо пропорциональна количеству  $\text{CO}_2$ , поэтому всякое увеличение парциального давления  $\text{CO}_2$  будет сопровождаться лучшим использованием солнечной энергии, большим образованием органического вещества<sup>1)</sup>, а во-вторых, от содержания  $\text{CO}_2$  зависит температура воздуха. Как показали известные вычисления Аррениуса, увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в четыре раза повысило бы среднюю температуру земли в два раза, что, конечно, также отразилось бы благоприятным образом на ассимиляционной деятельности растения.

Если мы теперь, основываясь на этих данных, задумаемся о судьбах жизненного процесса на нашей планете, то нам представится различная картина в зависимости от того, будем ли мы иметь в виду ближайшее будущее, хотя и исчисляемое может быть многими тысячами лет, или более отдаленное.

Ближайшее будущее рисуется нам в розовых красках. Увеличение содержания угольной кислоты в атмосфере, вызываемое деятельностью человека<sup>2)</sup> и усиливающейся в последнее

---

<sup>1)</sup> В последнее время, особенно в Германии, сделаны серьезные попытки увеличить урожай путем искусственного повышения  $\text{CO}_2$  в воздухе (удобрение  $\text{CO}_2$ ).

<sup>2)</sup> Поэтому раздающиеся иногда жалобы на современное человечество за его, якобы, хищническое обращение с естественными запасами энергии представляются мне мало основательными. Сжигание каменного угля, даже, если его рассматривать с точки зрения интересов будущего, есть несомненно

время деятельностью вулканов, сулит нам лучшие климатические условия, а следовательно и возможность лучшего использования солнечной энергии зелеными растениями. И потому весьма возможно, что человек еще долгое время будет пользоваться услугами зеленого растения как аккумулятора солнечной энергии.

Но настанет время, пробьет смертный час и для зеленого растения. Настанет момент, когда человек принужден будет отказаться от услуг зеленого растения, заменив его созданием своего творческого гения: механизмами, аккумулирующими солнечную энергию.

Что замена организма машиной в будущем должна будет произойти, в этом вряд ли можно сомневаться, слишком уж велико преимущество машины перед организмом.

Каждый организм довлеет, так сказать, самому себе, он есть всегда самоцель, и даже, когда мы превращаем его в орудие нашей воли, заставляя его служить нашим целям, мы все же никогда не можем довести это превращение до конца.

Громадное преимущество машины перед организмом в том и заключается, что машина, как создание человеческой мысли, является только орудием человеческой воли, только слугою человека. Своей воли, своей жизни, своих собственных целей машина не имеет, и это-то и обеспечит ей полное торжество в будущем. Лошадь мы должны кормить и тогда, когда она и не работает, автомобиль нуждается в бензине только во время работы. И как раз на примере лошади мы видим, как, буквально на наших глазах, происходит ее вытеснение механическими двигателями — автомобилем, трактором и т. п. А как недалеко от нас то время, когда единственными орудиями транспорта на суше были человек и животные. Ведь со времени проведения первой железной дороги не прошло и ста лет <sup>1)</sup>, и, конечно, пройдет немного лет, как лошадь, этот испытанный двигатель и друг человека, найдет себе место как редкое

---

положительный факт. Что же касается до того, что мы наших отдаленных потомков оставим без каменного угля, то поистине „довлеет дневи злоба его“, предоставим заботу о наших потомках им самим. Когда явится надобность, они найдут такие способы использования энергии, о которых мы в настоящее время, может быть, не имеем и понятия. Моральный долг перед будущим человечества лежит не в сохранении в неиспользованном виде естественных богатств земли, а в передаче ему более высокой культуры. Не каменный уголь завещаем мы нашим потомкам, а наш опыт и наше знание.

<sup>1)</sup> Первая железная дорога между Ливерпулем и Манчестером была открыта в 1825 году.

животное в наших зоологических садах. Не выдержит конкуренции с машиной и зеленое растение. Конечно, хлорофильное зерно, как мы видели выше, есть относительно весьма совершенный аппарат, но все зеленое растение, взятое целиком, является очень несовершенным орудием. Работает оно не круглый год, а только в течение нескольких месяцев, да и в те месяцы, когда оно работает, оно усваивает в лучшем случае около 3 процентов солнечной энергии. И так как оно работает прежде всего для себя самого, то из всего количества органического вещества, которое оно образует, только известный процент, в виде плодов семян, клубней и проч., может быть непосредственно использован человеком в целях питания. В этом смысле растение, как машина, служащая для приготовления пищевых средств, оставляет желать много лучшего. А сколько труда должен затратить человек, чтобы создать благоприятные условия для произрастания растений, сколько борьбы с стихийными силами природы, чтобы обеспечить хороший урожай! И как часто в этой борьбе человек оказывается побежденным! Громадные пространства пустынь, лишенные всякой жизни, достаточно красноречиво говорят об этом. И бесцельно льются мощные потоки световой энергии на эти пространства, „ни чей благосклонный не радуя взор“, только потому, что растения не могут жить в этих условиях. Но, конечно, замена растения машинами есть дело далекого будущего. Для современного человечества, с его слабой техникой и низкой культурой, растения еще достаточно хороши, и много еще предстоит работы человеку, чтобы научиться рационально использовать растение как аккумулятор солнечной энергии. Как долго продолжится еще пользование растениями, сказать, конечно, нельзя. Все будет зависеть от усовершенствования техники и растущих потребностей человека, но, что ему рано или поздно наступит конец, в этом сомневаться, конечно, нельзя.

Неизбежной эта замена сделается тогда, когда нашей атмосфере начнет грозить обеднение ее угольной кислотой. А без вмешательства человека это должно неминуемо произойти, хотя и в очень отдаленном будущем.

Дело в том, что продолжающееся отвердевание земной коры должно повлечь за собою понижение вулканической деятельности, а вместе с тем и прекращение притока  $\text{CO}_2$  из недр земли, а так как непрекращающиеся процессы выветривания попрежнему будут поглощать  $\text{CO}_2$  из воздуха, то уменьшение

содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере, если только не помешает этому человек, неизбежно. С падением содержания  $\text{CO}_2$  изменились бы в неблагоприятную сторону климатические условия, и с нашей планетой могло бы в конце концов случиться то, что, повидимому, произошло с планетой Марсом. Марс, более удаленный от солнца, вследствие своих меньших размеров раньше, чем земля, проделал ту физико-химическую эволюцию, которая сделала возможным на нем появление жизни. И если в данную эпоху Марс представляет из себя печальную картину умирающей планеты, то причина этого лежит в том, что он растерял драгоценные составные части своей атмосферы: углекислоту и воду. В этом смысле Марс может служить нам грозным предостережением, своего рода „*memento mori*“. И то, что это могло случиться с Марсом, не говорит, вопреки ходячим представлениям, о высокой интеллектуальности обитателей этой планеты. Марс вероятно никогда не знал организма, подобного земному человеку<sup>1)</sup>.

Будем надеяться, что нас минует судьба Марса, залогом этой надежды являются колоссальные успехи в борьбе со стихийными силами природы, достигнутые человеком за короткое время его исторического существования. Что предпримет будущий человек для предотвращения обеднения нашей атмосферы угольной кислотой? Ответить на этот вопрос определенно мы, конечно, не в состоянии. Ведь наши самые смелые, самые необузданные фантазии есть в сущности только дальнейшее развитие тех возможностей и тех путей, какие нам известны в данный момент. Перепрыгнуть из нашего мира действительности в новый, отдаленный от нас на миллионы лет — мир новых понятий мы, конечно, не можем, и в этом смысле все попытки научных предсказаний имеют очень и очень относительное значение. Подобно тому, как человек античной культуры, даже обладавший всеми достижениями науки того времени, при самой пылкой фантазии не сумел бы предсказать появление, напр., радиотелефона, так и мы совершенно бессильны в предвидении будущего. И тем не менее научные предсказания имеют свой *raison d'être*, они лежат в неискоренимой потребности человеческого духа заглянуть в будущее, без мысли о котором не может жить сознательный человек. Надо только не переоценивать значение таких предсказаний. Значение их не в том,

<sup>1)</sup> Красивая сказка об обитателях Марса, об их высокой культуре разбита новейшими работами исследователей Марса.

чтобы нарисовать картину будущей действительности, картина эта может оказаться и неверной, и тем не менее она для нас имеет значение, раз она указывает пути, которыми человек может побороть встретившиеся ему препятствия. Пускай человек пойдет другими, нами совершенно непредвиденными путями, это в конце концов не важно; важно то, что, когда мы задумываемся о судьбах грядущего человечества, мы, опираясь на наш опыт, видим возможность преодоления всех препятствий, могущих встретиться на его пути.

С этой точки зрения, может быть, имеют некоторое значение и те несколько фантастические мысли, которые невольно приходили в голову, когда приходилось задумываться о судьбе нашей планеты и ее живого населения и которыми я хочу поделиться с читателем в заключение этой статьи.

Грозящее обеднение  $\text{CO}_2$  заставит человека бережно обращаться с ее запасами в атмосфере и прежде всего прекратить ее разложение зелеными растениями. Зеленое растение с этого момента становится врагом человека. Использование солнечной энергии совершается непосредственно путем превращения ее в нужные формы. Образование же необходимого органического вещества в целях питания переносится на фабрики и заводы, при чем нужная для этого  $\text{CO}_2$  берется не из воздуха, а из тех колоссальных запасов ее, которые отложены в различных осадочных породах, известняках, мраморах и доломитах. И тогда исполнится на земле то чудо, от которого отказался Христос. Вы, может быть, помните в Евангелии от Матфея сцену искушения Христа, когда сатана, указывая на окружающие горы, обратился к Христу со словами: „Если ты сын божий, скажи, чтобы камни сии сделались хлебами“. Сын божий отказался исполнить чудо, но грядущие сыны человеческие, под влиянием необходимости, возьмутся и совершат его. Рисовать остальное, какие способы применит будущий человек для превращения этой угольной кислоты в органические соединения, какими источниками энергии воспользуется он для этого, не имеет смысла. Слишком уж далека наша современная техника от технических возможностей этого далекого будущего.

Борясь за сохранение  $\text{CO}_2$  в нашей атмосфере, как средства утепления нашей планеты, возможно, что человек обратит внимание и на запасы угольной кислоты в недрах земли и постарается вновь восстановить сообщение между недрами земли и атмосферой. Этот путь не представляет ничего фантастического, ибо и в настоящее время человек пользуется

бурением для извлечения газов из глубинных слоев земной коры. В С.-А. Штатах действующих газовых струй в 1908 г. насчитывалось 18 000. Количество выделяемого газа для отдельных струй достигало  $83\,000\text{ м}^3$  в сутки. По своему химическому составу эти газовые струи очень различны; в настоящее время утилизируются главным образом метановые, — в будущем могут сыграть важную роль углекислые с преобладанием в своем составе углекислоты.

Если принять во внимание, что источником газов являются так называемые газовые окклюзии, образующиеся вследствие способности твердых тел удерживать на своей поверхности газы в связанном состоянии, и что такими газовыми окклюзиями пронизаны все осадочные горные породы, рыхлые вулканические туфы и даже некоторые первичные породы, то станет понятным, что в них мы имеем колоссальный запас углекислоты, по сравнению с которым углекислота воздуха представляет ничтожную величину. И в нужный момент человек, конечно, сумеет мобилизовать эту углекислоту и повысить ее содержание в воздухе.

Повышая содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере, человек сумеет удерживать то тепло, которое посылает солнце на землю, и только с угасанием солнца погаснет и жизнь.

А угасание солнца, повидимому, неизбежный факт. Солнце теряет ежегодно невообразимо большие количества тепла:  $3,8 \times 10^{33}\text{ kal}$ . Количество эти так велики, что долгое время представлялось совершенно непонятным, как могло не погаснуть солнце за тот долгий период, что существует солнечная система. Загадка эта разъяснилась с открытием радиоактивных элементов, при распаде которых выделяются громадные количества энергии. Присутствие радия и ему подобных элементов на солнце не подлежит сомнению, и распадание их на многие сотни миллионов лет обеспечивает существование солнечной системы.

Следовательно еще долгое, невообразимо долгое время будет продолжаться человеческая жизнь на земле, если только он сумеет сохранить газовую оболочку земли. Но все-таки — „будет некогда день и погибнет великая Троя“, — настанет момент, когда солнце начнет заметно угасать и посылаемого им тепла окажется недостаточным для поддержания жизни. Что предпримет тогда будущий человек? Склонится ли он покорно перед неизбежной судьбою и при всем величии своей культуры и мощи своего разума погибнет от холода, как

последняя тварь? Или он сумеет избежать этого, переселившись заблаговременно на другую планету? Кто решится ответить на этот вопрос? Будем верить, что случится последнее. Для человеческого гения нет ничего невозможного. Самое невозможное в настоящее время — через миллионы лет сделается простым и доступным. Трудно представляемое в настоящее время междупланетное переселение народов, в свое время, будет, может быть, более простым и лучше организованным событием, чем совершившееся в историческое время великое переселение народов на земле.

---

## АДСОРБЦИЯ БАКТЕРИЙ ПОЧВОЙ И ВЛИЯНИЕ ЕЕ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВЕ.

(Сводный реферат работ, произведенных в Бактериологической Лаборатории  
Тимирязевской с.-х. Академии.)

Вопрос о том, как распределяются бактерии в почве и в каком состоянии они в ней находятся, несмотря на все его значение для микробиологии почвы, странным образом, до самого последнего времени, мало обращал на себя внимание микробиологов, и мы по этому вопросу не имеем никаких заслуживающих доверия данных. Нам пришлось встретиться с этим вопросом при критическом изучении методов микробиологического исследования почвы. Изучая почву непосредственно под микроскопом, как в окрашенном, так и в неокрашенном виде, мы натолкнулись на удивительный факт почти полного отсутствия бактерий в поле зрения, даже и в том случае, когда в почву заведомо вносились большие количества бактерий.

Детальное изучение этого явления, произведенное Диановой и Ворошиловой<sup>1)</sup>, показало, что это явление прежде всего должно быть отнесено на счет поглощения бактерий почвой. Для обнаружения и количественного определения адсорбции Диановой и Ворошиловой был применен следующий прием. В 5 г почвы, помещенной в пробирку, вносился 1 см<sup>3</sup> бульонной культуры испытуемой бактерии, одновременно вносилось такое же количество и в пустую стерилизованную пробирку, затем к обеим пробиркам прибавлялось

---

<sup>1)</sup> Дианова и Ворошилова, Научно-агроном. журнал, 1925 г., № 10. Краткая заметка об исследованиях Диановой и Ворошиловой была помещена мною в том же журнале за 1924 г.



по 9 см<sup>3</sup> стерилизованной воды и после перемешивания и отстаивания обеих пробирок из них делался одновременный посев в чашки Петри для учета количества бактерий. По разнице между количеством колоний, выросших на агаре из почвенной болтушки и чистой культуры, определяли степень поглощения бактерий почвой. Как показали опыты, время пребывания бактерий в почве от 5 мин. до 1 часа не оказывает влияния на величину поглощения; сильнее может сказаться время отмывания (взбалтывание почвы с водою) и время отстаивания, особенно в тех случаях, когда взмученная почва медленно оседает, так как в этом случае при кратковременном отстаивании мы переносим в агар не только жидкость, может быть, уже совершенно лишенную бактерий, но и частицы почвы с поглощенными ими бактериями.

Так как опыт показал, что при одноминутном взбалтывании и десятиминутном отстаивании получаются вполне определенные результаты, то эти сроки и были взяты как нормы для последующих опытов.

Вообще надо заметить, что все ошибки, проистекающие от неточности принятой методики, могли только уменьшить, но не увеличить процент поглощения, и потому с ними постольку, поскольку речь шла о констатировании самого явления адсорбции, можно было не считаться. Что же касается возможности чисто механического увлечения бактерий оседающими частицами почвы, которое могло затушевать картину истинного поглощения бактерий, то оно, как это показали критические опыты Карпинской <sup>1)</sup>, в условиях наших опытов не могло иметь места в сколько-нибудь значительных размерах.

Очень удобным для обнаружения явлений адсорбции оказался также метод Виноградского <sup>2)</sup> микроскопического исследования почв. Картины поглощения, получаемые при окраске, по Виноградскому, по яркости и убедительности не оставляют желать ничего лучшего. Если, например, в равномерно распределенную на предметном стекле эмульсию бактерий внесли с одного края комочек почвы и размешать его с бактериями в этом месте и затем приготовить препарат по Вино-

---

<sup>1)</sup> Карпинская, см. ниже.

<sup>2)</sup> Winogradsky. Ann. de l'Institut Pasteur, T. XXXIX, 1925. Описание этого метода дано в моей книге „Сельскохозяйственная микробиология“, Москва, 1926. См. также статью автора „Новые методы микробиологического анализа почвы“ в Научно-агрономическом журнале, № XII, 1925.

градскому, то мы тогда в препарате увидим все стадии поглощения, которые очень легко проследить, передвигая препарат от одного конца к другому. Сначала мы увидим чистую культуру равномерно распределенных бактерий, потом начнут появляться отдельные частицы почвы, и вместе с ними начнет нарушаться и равномерное распределение бактерий. Вокруг отдельных частиц почвы, как центров притяжения, начинают скопляться бактерии, и в препарате появляются места, совершенно лишенные бактерий. По мере передвижения препарата увеличивается число частиц почвы, а вместе с тем поле зрения становится все беднее и беднее бактериями, пока, наконец, они не исчезнут совсем, поглощенные целиком частицами почвы. Поглощенные бактерии не различаются микроскопом, присутствие их обнаруживается лишь увеличением числа частиц, окрашенных в розовый цвет, и только на отдельных прозрачных минеральных частицах можно обнаружить иногда на их поверхности поглощенных бактерий.

Пользуясь методом Виноградского, можно и количественно определить степень поглощения бактерий. Для этого в 5 г почвы вносят 1 см<sup>3</sup> испытуемой культуры и затем, разбив, по Виноградскому, почву на пять отдельных фракций, определяют в каждой фракции количество свободных бактерий. Суммируя отдельные определения, мы получаем количество непоглощенных бактерий, сравнивая которое с количеством внесенных бактерий, получаем процент поглощения.

Во многих случаях оказалось возможным значительно упростить метод Виноградского, а именно, вместо деления почвы на пять фракций ограничиться лишь отделением песка и из такой почвы прямо готовить препараты для подсчета под микроскопом. Результаты, полученные обоими методами, в общем сходны между собою.

Определения поглощаемости, произведенные Диановой и Ворошиловой с суглинком опытного поля Академии, обнаружили высокий процент поглощения, различный для различных видов бактерий, как это видно из нижеприводимой таблицы <sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Количественное определение ведется в отдельных фракциях таким образом. Каждая фракция добавлением воды доводится до определенного объема, например 5 см<sup>3</sup>, и из полученной суспензии берут 0,01 объема, т. е. 0,05 см<sup>3</sup>, в которой и производят подсчет по методу Виноградского. Этот прием является более удобным, чем взвешивание, рекомендуемое Виноградским.

Количество бактерий в сотнях тысяч.

Вид бактерий	Чистая культура среднее из 2 определений	После прибавки 5 г почвы среднее из 2 определений	% поглощения
<i>Bac. mycoides</i> . . . . .	67	3	95,5
<i>Bac. mycoides</i> . . . . .	72	9	97,5
<i>Bac. Ellenbachensis</i> . . . . .	154	36	57,5
<i>Bac. mesentericus</i> . . . . .	126	75	40,5
<i>Bact. fluorescens liquef.</i> . . . .	4 450	900	79,7
<i>Bact. prodigiosum</i> . . . . .	900	42	95,4
<i>Bact. violaceum</i> . . . . .	1 033	307	70
<i>Bact. coli commune</i> . . . . .	678	600	11,5

В этих первых опытах взбалтывание почвы с водой длилось 10 минут; при сокращении этого времени до одной минуты и, вообще, при приобретении большего навыка в постановке опытов, процент поглощения получался выше: для *Bact. prodigiosum*, напр., он в некоторых случаях доходил до 99,7%.

Хотя обнаруженные в этих опытах различия в степени поглощения и были подтверждены в дальнейшем многочисленными наблюдениями, все же не исключена возможность, что эти различия в тех случаях, когда они колеблются в пределах от 70 до 90%, обуславливаются лишь несовершенством методики и что в действительности в почве эти бактерии, при тех количествах, в каких они вносились в почву (не свыше сотен миллионов в 1 г), были поглощены ею нацело<sup>1)</sup>.

Главнейшей причиной, влияющей на изменение величины поглощения при применении вышеописанных методов, является взбалтывание почвы с водой. Что такое взбалтывание, особенно его продолжительность, может влиять на количество вырастающих колоний, это на основании наблюдений, произведенных у меня в лаборатории, не подлежит сомнению, но о какой-нибудь прямой зависимости между временем и коли-

<sup>1)</sup> Если специфические различия существуют в действительности, то обнаружить их окажется возможным при внесении в почву значительно больших количеств бактерий, не менее десятков миллиардов на 1 г. Такие опыты предполагается произвести в ближайшем будущем.

чеством отмываемых бактерий не может быть и речи<sup>1)</sup>). Прежде всего, строго говоря, вообще нельзя говорить об отмывании, как о причине понижения поглощения, так как отмываемые бактерии должны тотчас же вновь поглотиться почвой. Дезорбция бактерий может быть вызвана лишь необратимыми изменениями, главным образом изменением физической структуры почвы, переходом отдельных частиц почвы в дисперсное состояние, влекущее за собой, как мы увидим далее, освобождение бактерий из поглощенного состояния. В какой степени произойдет в почве такое изменение, заранее сказать нельзя. Это зависит как от состава почвы, так и от продолжительности и энергии встряхивания и от целого ряда других неуловимых моментов (химический состав питательного бульона культуры бактерий)<sup>2)</sup>.

Еще сложнее складываются отношения, если мы имеем дело с видами бактерий, дающих зооглеи или растущих в виде длинных нитей. Если эти зооглеи достигают значительных размеров, то они поглощаются очень слабо, как это особенно хорошо можно видеть на опытах с крупными зооглеями *Sarcina*; если же они при взбалтывании разбиваются на отдельные клетки, то поглощение идет очень хорошо. Поэтому, в зависимости от того, насколько раздробились зооглеи, и процент поглощения получится различный. К тому же надо добавить, что количественный учет бактерий методом пластинок, в случае зооглейных форм, дает очень ненадежные результаты.

Но если, таким образом, наблюдавшиеся различия во многих случаях являются, может быть, лишь кажущимися, то, с другой стороны, несомненно существуют случаи, когда наличие таких различий обусловлено самими бактериями. Таково, например, слабое поглощение у *Bact. coli commune* (11,5%). Очень слабое поглощение пришлось наблюдать также у одной спорозной палочки с очень энергичным движением<sup>3)</sup>.

Так как у *Bact. coli* слабое поглощение наблюдалось только тогда, когда употреблялись культуры с очень подвижными

---

1) Вопрос этот был очень обстоятельно исследован Страховой (дипломная работа), которая показала, что „отмывание“ в отдельных случаях дает самые неожиданные результаты.

2) В этом отношении, например, может сыграть роль различное содержание аммиака в культурах, в зависимости от вида бактерий.

3) Выделена из ячменной муки, в которой она встречается в виде постоянного спутника *Bac. amylobacter*. Подробное описание этой бактерии будет дано в нижецитируемой работе Карпинской.

бактериями, при слабо подвижных или неподвижных <sup>1)</sup> поглощение достигало значительных размеров, то невольно напрашивается мысль: не стоит ли бóльшая или меньшая поглощаемость в связи с энергией движения? К сожалению, недостаточное число наблюдений не позволяет дать определенный ответ на этот вопрос.

Не исключена, конечно, возможность, что специфичность поглощения может быть обусловлена и какими-нибудь другими свойствами самих бактерий, например характером ослизнения бактериальной оболочки или содержанием липоидов в бактериальной клетке <sup>2)</sup>.

Не удалось пока, к сожалению, разрешить и другой важный вопрос для оценки биологического значения адсорбции — вопрос о величине адсорбционной емкости почвы, т. е. определить, во-первых, то абсолютное количество бактерий, какое может быть поглощено определенным объемом почвы, и, во-вторых, после какого количества поглощенных бактерий начинается падение процента поглощаемости. Разрешение этого вопроса встречает целый ряд технических затруднений. Главное из них состоит в получении в небольшом объеме очень большого количества бактерий. В обычных бульонных культурах нельзя получить более нескольких сотен миллионов бактерий вследствие их естественного отмирания при употреблении же эмульсий, приготовленных из агаровых культур путем разведения их с водой, нельзя, даже приблизительно, определить количество бактерий, так как метод пластинчатых культур в этом случае абсолютно непригоден; мало пригоден также и метод прямого определения по Виноградскому. Более обещающим является применение центрифугированных бактерий, количество которых может быть определено более или менее точно, но пока таких опытов поставлено еще не было: они намечены для ближайшего будущего.

Незнание величины адсорбционной емкости не позволяет дать окончательный ответ и на другой важный вопрос: как влияет поглощение одних видов бактерий на поглощение других, т. е. если почва насыщена, например, по отношению к *Bact. prodigiosum*, то как она ведет себя по отношению к поглощению

---

<sup>1)</sup> Такие изменения в подвижности нередко наблюдаются в лабораторных культурах.

<sup>2)</sup> Такое предположение было высказано П. Эйзенбергом (P. Eisenberg), *Centr. f. Bact.*, I, Abt., Bd. 18, 1918, по отношению к поглощению бактерий коллоидами.

какого-нибудь другого вида? Два опыта, произведенные Д и а н о в о й и В о р о ш и л о в о й с *Bact. prodigiosum* и *Bacillus mycoides*, говорят как будто за то, что насыщение почвы *Bact. prodigiosum* препятствует дальнейшему поглощению *Bac. mycoides*.

После того как был установлен факт поглощения бактерий почвой, естественно, выдвинулся вопрос: каким составным частям почвы должно быть приписано это явление, и что оно собой представляет в физико-химическом смысле?

Так как уже первые ориентировочные опыты Д и а н о в о й и В о р о ш и л о в о й делали весьма вероятным, что главная роль принадлежит так называемым илистым частицам почвы, то решено было исследовать отдельные фракции почвы, полученные при взмучивании с водой. Исследование, произведенное в этом направлении К а р п и н с к о й <sup>1)</sup>, дало вполне определенные результаты как в отношении природы этого явления, так и роли отдельных фракций.

Изучены были прежде всего отдельные фракции почвы (харьковский чернозем), полученные по методу В и л ь я м с а. Почва была разбита на следующие фракции:

Название фракций	Диаметр частиц в мм:
Песок . . . . .	1,0 — 0,25
Песчаная пыль . . . . .	0,25 — 0,05
Крупная " . . . . .	0,05 — 0,01
Средняя " . . . . .	0,01 — 0,005
Тонкая " . . . . .	0,005 — 0,0015
Ил . . . . .	< 0,0015

После высушивания, фракции, крупнее 0,001 мм, мало изменяют свою структуру, фракция же ила получается в виде чешуек, корочек с блестящим изломом и при взбалтывании с водой дает не отдельные дисперсные частицы, а агрегаты более крупных размеров. Такой измененный ил мы в дальнейшем будем называть агрегатным, в отличие от дисперсного, состоящего из отдельных частиц.

Исследование поглощения отдельными фракциями (исследованы были все фракции, начиная с крупной пыли) по видоизмененному методу В и н о г р а д с к о г о <sup>2)</sup> дали следующие

<sup>1)</sup> К а р п и н с к а я. К вопросу о поглощении бактерий почвой. (Печатается.)

<sup>2)</sup> Приготовление препаратов производилось следующим образом. В чистую культуру бактерий вносилось определенное количество изучаемой фракции, взбалтывалось в течение одной минуты, и такая взвесь распределялась на определенной площади предметного стекла. После фиксирования агаром и высушивания препарат окрашивался по В и н о г р а д с к о м у.

результаты. В препаратах из крупной и средней пыли, состоящих главным образом из прозрачных кварцевых частиц, лишь с небольшою примесью темно окрашенных осколков, легко видеть, что большая часть бактерий располагается на поверхности частиц; особенно это хорошо видно на кварцевых частицах; только относительно небольшая часть бактерий лежит свободно в поле зрения.

Сильнее обнаруживается поглощение в тонкой пыли: одиночные бактерии почти совершенно исчезают из поля зрения, трудно различаются и поглощенные, так как тонкая пыль содержит в себе большое количество частиц, окрашенных в желтый, бурый и почти черный цвета, и сильно мешающих наблюдению. Еще резче выражаются все эти явления в агрегатном иле, где уже совершенно нельзя различить бактерий и где присутствие их сказывается лишь в усилении розовой окраски частичек ила.

Совершенно иную картину дает дисперсный ил, величина частиц которого приблизительно равна величине *Bact. prodigiosum*. В этом случае частицы ила и отдельные бактерии располагаются равномерно на всем препарате, не оказывая друг на друга никакого действия. Но стоит только начать образовываться агрегатам, стоит, например, взять очень густую эмульсию ила, в которой при оседании ила начинают образовываться хлопья, как тотчас же картина меняется: начинается поглощение бактерий, и они исчезают из поля зрения.

Что касается количественного учета поглощения, то метод Виноградского по многим причинам в этом случае оказался непригодным. Поэтому все определения сделаны по методу пластинчатых культур. Для каждого определения брался 1 г соответствующей фракции.

Результаты, выраженные в процентах от количества внесенных бактерий, сведены в следующей таблице:

Агрег. ил	Тонкая пыль	Средняя пыль	Крупная пыль	Песчаная пыль	Песок	Чернозем
100	95	78	73	6	2	74

Таким образом мы видим, что главную роль в поглощении почвою играют фракции, начиная с крупной пыли, при чем первое место в этом отношении занимает агрегатный ил.

Теперь предстояло выяснить вопрос: от каких же причин зависит поглощение бактерий? Является ли оно своего рода агглютинацией бактерий, их свертыванием и осаждением или же оно представляет собою проявление поверхностных сил частиц? Для решения этого вопроса почвенные фракции представляют собою малоподходящий объект. Уже выше было отмечено, что окрашенность частиц сильно мешает микроскопическому наблюдению, затем в отдельных фракциях мы имеем частицы неоднородного химического состава с различным содержанием органических коллоидов, наконец, могли влиять на свертывание и осаждение бактерий находящиеся в почве электролиты, — все это делало желательным изучение адсорбции на материале более однородном и более нейтральном. Такой материал был найден в чистом кварцевом песке, предварительно промытом соляной кислотой и после прокаливания растертым в агатовой ступке. Путем взмучивания из такого растертого песка были получены те же фракции, что и из почвы, т. е. песок, песчаная пыль, крупная, средняя и тонкая пыли и ил. Кварцевый ил в случае выпаривания, как и почвенный, получается в виде агрегатов.

Картина поглощения, полученная с этим материалом, та же что и с почвою, с той лишь разницей, что теперь уже можно было наблюдать во всех фракциях, вплоть до агрегатного ила, распределение бактерий на самой поверхности отдельных частиц. Какого-нибудь явления, хоть сколько-нибудь напоминающего агглютинацию, никогда не наблюдалось. Дисперсный ил, так же, как и почвенный, никакого поглощения *Bact. prodigium* не вызывал.

Такое же безразличное отношение обнаружил дисперсный ил и к другим мелким формам бактерий — *Micrococcus ruogenes albus* и *Micrococcus agilis*. Иное совсем отношение к более крупной форме — *Bac. thuyoides*. Здесь, как это можно наблюдать непосредственно под микроскопом, нити *Bac. thuyoides* окружаются мелкими частицами ила, которые плотно пристают к оболочке бактерий, образуя нечто вроде футляра. В этом случае нити *Bac. thuyoides* являются как бы очагами образования агрегатного ила, на поверхности которого в случае внесения новых количеств бактерий возможно уже их поглощение.

Различное отношение бактерий к агрегатному и дисперсному илу имеет громадное значение в распределении бактерий в почве. Всякий переход агрегатного ила в дисперсное



состояние означает освобождение бактерий со всеми вытекающими отсюда последствиями. Укажу здесь пока только на одно. При количественном определении бактерий методом пластинчатых культур это должно отразиться на значительном увеличении количества колоний, и я предполагаю, что то поразившее всех микробиологов колоссальное количество бактерий, какое находил Уитльс<sup>1)</sup> в своих опытах, подвергая почву ритмическим колебательным движениям, явилось прежде всего результатом перехода ила в дисперсное состояние.

Количественная сторона поглощения кварцевыми фракциями была изучена методом пластинчатых культур.

В этих опытах для того, чтобы точнее уловить различие в поглотительной способности отдельных фракций, последние брались в различных количествах — от 0,02 г до 1 г. Результаты этих опытов сведены в нижеследующую таблицу.

Поглощение *Bact. prodigiosum* фракциями песка.  
(В % от внесенного количества бактерий).

Количество ила в г	Дисперсный ил	Агрегат- ный ил	Тонкая пыль	Средняя пыль	Крупная пыль	Песчаная пыль	Песок
1	—	100	100	99	67	7	0
0,25	—	100	90	81	28	0	0
0,02	0	66	50	23	9	10	0

Как мы видим из этой таблицы, при употреблении 1 г фракций и относительно небогатой бактериями эмульсии, все фракции, начиная со средней пыли, поглощают приблизительно одинаково. Но что это является результатом лишь избытка поглощающего материала по сравнению с количеством бактерий, это хорошо видно из опыта с 0,25 г, в котором поглотительная способность каждой фракции выступает очень резко. Опыт с 0,02 г интересен в том отношении, что он дал возможность произвести количественное определение с дисперсным илом. При более высоком содержании ила такое определение было невозможно, так как в этом случае легко получается выпадение ила в виде хлопьев (агрегатный ил).

<sup>1)</sup> Whittles. Journal of Agric. Science. 1923, 13, 1.

Приведенные данные по адсорбции отдельными фракциями позволяют несколько ближе подойти к вопросу о сущности природы явления адсорбции <sup>1)</sup>. Предварительно отметим, что, по опытам Карпинской, поглощение мертвых бактерий ничем не отличается от поглощения живых и что, следовательно, жизнедеятельность бактерий, как правило, не играет никакой роли в этом явлении <sup>2)</sup>. Не играют роли и процессы агглютинации, так как она вызывается таким химически индифферентным телом, как агрегатный кварцевый ил; кроме того против агглютинации говорит и микроскопическая картина распределения поглощенных бактерий на поверхности поглощающих частиц.

Что же представляет собою явление адсорбции? К явлениям взаимного осаждения коллоидов оно, очевидно, не относится, так как первое происходит между коллоидами, несущими противоположные заряды, а по всем литературным данным и частицы почвы и бактерии заряжены одноименно: несут отрицательный заряд. Кроме того, говорить о кварцевых или почвенных фракциях как о коллоидах можно лишь *cum grano salis*, и это тем более, что наиболее приближающийся к коллоидам дисперсный ил бактерий, как мы видели, не поглощает совсем.

Таким образом явление адсорбции должно быть рассматриваемо как проявление поверхностной энергии, зависящей в свою очередь как от поверхности, так и от массы поглощающего тела <sup>3)</sup>.

Фракция, обладающая максимальной поверхностью, как агрегатный ил, обладает и максимальной поглотительной способностью.

При выдающейся роли агрегатного ила в явлениях поглощения следует ожидать, что различные почвы в зависимости от их механического состава должны обладать различной адсорбционной способностью. Изучение различных почв в общем подтверждает это предположение. Так, черноземные

---

<sup>1)</sup> Вопрос этот подробно разбирается в вышеупомянутой работе Карпинской.

<sup>2)</sup> По опытам с *Bact. prodigiosum*, убитым предварительно формалином и окрашенным эритрозином. Опыт был произведен с фракциями кварца, очень удобными для таких определений. Влияние движения бактерий на адсорбцию нуждается еще, как было указано выше, в дальнейших исследованиях.

<sup>3)</sup> Влияние массы сказывается, между прочим, в том, что бактерии даже при значительной разнице в объеме не притягивают друг друга.

почвы, с их высоким содержанием ила, энергичнее всех вызывают явления адсорбции, песчаные наименее активны в этом отношении. Суглинки и подзолы занимают среднее место. К сожалению, опыты по определению поглотительной способности различных почв были произведены с относительно бедными культурами (около 100 миллионов бактерий в 1 см<sup>3</sup>), не позволившими выявиться специфическим различиям отдельных почв достаточно ярко, почему я и не привожу здесь имеющегося в моем распоряжении цифрового материала <sup>1)</sup>. В ближайшем будущем предположено произвести опыт с внесением в исследуемые почвы больших количеств бактерий (около 100 миллиардов в 1 см<sup>3</sup>).

Пользуясь всеми вышеприведенными данными, мы можем теперь ответить на вопрос, поставленный в начале этой статьи, о распределении бактерий в почве.

Главная масса бактерий в почве находится в поглощенном состоянии и переходит в почвенный „раствор“ только в случае пересыщения почвы бактериями. Последнее может произойти в случае усиленного размножения бактерий, особенно при внесении органических соединений в почву; произойдет оно также и тогда, когда часть агрегатного ила перейдет в дисперсное состояние.

Явление адсорбции имеет чрезвычайно важное значение для понимания микробиологических процессов в почве. Им проще и легче всего объясняется целый ряд загадочных явлений в поведении бактерий в почве, отмеченных в бактериологической литературе <sup>2)</sup>, в нем находит себе объяснение и тот парадоксальный результат, к которому пришел Виноградский <sup>3)</sup> при изучении микрофлоры почвы. Виноградский, исследовав по своему методу четыре очень различные почвы: тульский чернозем, почву Техаса, известковые почвы Франции и песчаную почву нижнего Рейна, во всех нашел почти что идентичную флору, состоящую из зооглей различных коккообразных бактерий. Этот маловероятный результат объясняется несомненно тем, что метод Виноградского не в состоянии обнаружить поглощенных бактерий, вследствие чего и создается картина однообразной флоры зооглейных форм, не поглощаемых почвой.

---

<sup>1)</sup> Из дипломной работы Кашкабас.

<sup>2)</sup> Вроде наблюдения Северина, что *Vac. mycoides* не развивается в стерилизованной почве.

<sup>3)</sup> Winogradsky. l. c.

Но особенно важное значение имеет адсорбция для течения химических процессов, происходящих в почве. Исследования Диановой и Ворошиловой обнаружили неожиданный и в высшей степени интересный факт, что поглощение бактерий влечет за собою сильное понижение их химической деятельности. Особенно наглядно выступает это действие, если за мерло химической деятельности взять выделение угольной кислоты. С этой целью были поставлены опыты с почвою и песком как со средою, не поглощающей бактерий. В определенные количества песка и почвы (чаще всего употреблялось 50 г) вносились одинаковые количества органических веществ (0,25 г декстрозы, 0,25 г пептона и по 0,02 г минеральных солей), затем вводилось по 1 см<sup>3</sup> бульонной культуры испытуемых бактерий, и в обоих сосудах устанавливалась одинаковая влажность (чаще всего 50--60% от полной влагоемкости). Опыты велись в особых бродильных сосудах, через которые воздух протягивался снизу.

Опыты по влиянию адсорбции на образование CO<sub>2</sub>.

Продолжит. опыта в днях	Род почвы	Вид бактерии	Количество CO <sub>2</sub> , мг	
			песок	почва
2	Чернозем	<i>Vac. mycoides</i>	93,8	0
17	Суглинок	<i>Vac. mycoides</i>	117,7	7,8
2	„	<i>Bact. prodigiosum</i>	28	0
6	„	<i>Bact. prodigiosum</i>	128,6	12
4	„	<i>Vac. megatherium</i>	66,4	2,6
4	„	<i>Vact. coli commune</i>	69,5	23,8

Как видно из данных этой таблицы, разница в количестве угольной кислоты, выделенной в почве и песке, чрезвычайно велика. Особенно резко выступает она у форм, сильно поглощаемых почвой, слабее — у поглощаемых слабо (*Vact. coli*). Хотя уже этими опытами связь между поглощением и химической деятельностью была поставлена вне сомнения, тем не менее для большей убедительности, в виду того, что опыты эти были произведены в разное время, был поставлен ряд параллельных опытов с различными видами бактерий при одновременном определении их поглощаемости исследуемой почвой.

Вот один из таких опытов:

Bac. mycoides (‰ поглощения 93,9)		Bact. coli commune (‰ поглощения 11,5)	
50 г песка	50 г почвы	50 г песка	50 г почвы
99,5 мл CO <sub>2</sub>	3,1 мл CO <sub>2</sub>	44,6 мл CO <sub>2</sub>	17,6 мл CO <sub>2</sub>

Очень рельефно выступает связь между поглощением бактерий и выделением углекислоты в опытах с добавлением воды к почве и песку и переходом их, таким образом, во взмученное состояние. В этом состоянии, как мы видим, легко происходит распад агрегатного ила на отдельные частицы, а следовательно и освобождение поглощенных бактерий. Поэтому прибавка воды к почве должна вызвать, несмотря на ухудшение аэрации, усиление деятельности бактерий в почве и понижение их деятельности в песке соответственно ухудшенной аэрации в водной среде. Опыт блестяще подтвердил это предположение. Для сравнения были взяты почва и песок по 25 г, и, после доведения влажности до 60% от полной влагоемкости, в двух сосудах к почве и песку было прибавлено еще по 50 г воды, и таким образом почва и песок переведены в жидкую среду.

Количество CO <sub>2</sub> , выделенной за 6 дней, в мл			
без добавления воды		с добавлением 50 см <sup>3</sup> воды	
песок	почва	песок	почва
106,9	6,8	80,8	99,2

Этот результат представляет интерес, между прочим, и в том отношении, что еще лишний раз подчеркивает полную непригодность метода Рема и со всеми его видоизменениями для изучения биохимических процессов в почве.

Так как поглощение, как было показано выше, обуславливается главным образом илистой составной частью почвы, то, очевидно, что с увеличением содержания ила должна понижаться энергия химической деятельности бактерий. Для проверки этого предположения были поставлены опыты с пе-

ском с добавлением к нему различных количеств агрегатного ила, полученного из чернозема.

Продолжительность опыта в днях	Количество CO <sub>2</sub> в мл			
	Песок	Песок + 2% ила	Песок + 10% ила	Песок + 20% ила
4	109,6	22,9	12,9	8,2
7	152,3	101,3	58,0	18,5
8	166,4	147,3	99,0	25,6

Опыт, как мы видим, вполне подтвердил сделанное предположение: прибавка ила даже в таких небольших количествах, как 2%, уже сильно понизила жизнедеятельность бактерий, но это угнетающее действие продолжалось недолго — всего 3—4 дня. Бактерии, размножившись, скоро насытили поглотительную емкость небольших количеств ила и, оказавшись на свободе, развили такую энергичную химическую деятельность, что через 8 дней в своей деятельности сравнялись с развившимися в чистом песке. Ил же, прибавленный в количестве 20%, и на восьмой день опыта продолжал производить свое угнетающее действие.

Полное подтверждение понижающего действия адсорбции на химическую деятельность бактерий дали также и опыты с введением в почву очень больших количеств бактерий, но на этих опытах, как и на многих других, относящихся к этому вопросу, я, вследствие их неполной законченности, останавливаться не буду.

Насколько установленная зависимость между поглощением бактерий и выделением углекислоты распространяется и на остальные биохимические процессы, сказать, за отсутствием специальных опытов в этом направлении <sup>1)</sup>, нельзя, но, на основании всех вышеприведенных опытов, такая связь более чем вероятна. В пользу ее можно привести обширные исследования Липмана <sup>2)</sup> над разложением пептона и кровяной муки в песчаных и глинистых почвах. Особенно поучительным в опытах Липмана является поведение *Bac. mucoides*. Самый энергичный аммонификатор в жидкой среде <sup>3)</sup>, он уже

<sup>1)</sup> Такие опыты намечены на ближайшее будущее.

<sup>2)</sup> L i p m a n. Agr. Science, vol. VII, 1914.

<sup>3)</sup> По известным наблюдениям М а р ш а л л я.

в песчаной почве уступает свое первенство многим другим видам, спускаясь, в глинистой почве, на последнее место, в полном соответствии с очень сильным его поглощением глинистыми почвами. За существование такой зависимости говорит и общеизвестный факт, что вообще разложение органических соединений в легких песчаных почвах идет энергичнее, чем в глинистых и черноземных, и можно даже думать, что само накопление резервного органического вещества в виде так называемого гумуса является, прежде всего, результатом адсорбции бактерий.

С точки зрения учения об адсорбции становится понятным тот неоднократно доказанный факт, что черноземные почвы, несмотря на богатые в них запасы питательных веществ, могут сильно нуждаться в азоте и фосфоре, иногда сильнее, чем бедные оподзоленные почвы.

В заключение остановимся на причинах угнетения адсорбированных бактерий. Причины эти, повидимому, очень разнообразны и в отдельных конкретных случаях могут проявляться очень различно. Во-первых, следует отметить, что сама адсорбция, как таковая, может влиять депримирующим образом на жизнедеятельность бактерий. За это говорят наблюдения Карпинской над действием агрегатного ила на *Bact. prodigiosum*. Во многих случаях депримирующее действие достигало такой величины, что в осадках агрегатного ила наблюдалось частичное отмирание бактерий, принимавшее в отдельных случаях очень значительные размеры. Хотя это явление в такой резкой форме и не особенно вероятно для почвы<sup>1)</sup>, тем не менее факт, что адсорбция в некоторых случаях может вызвать отмирание бактерий, говорит за то, что адсорбция сама по себе не проходит бесследно для организма.

Во-вторых, угнетение вследствие адсорбции может быть вызвано затрудненным удалением продуктов регрессивного метаморфоза. Дело в том, что почвенные частицы, поглощающие бактерий, в то же время способны поглощать и растворенные вещества, повышая их концентрацию на своей поверхности. Такому поглощению могут, конечно, подвергнуться и продукты обмена веществ самих бактерий и создать таким образом неблагоприятную химическую среду для бактерий. Наконец, в-третьих, во многих случаях (для всех аэробных

---

<sup>1)</sup> Грубый подсчет, произведенный Диановой и Ворошиловой, не обнаружил заметного отмирания в почве поглощенных бактерий.

бактерий) может сыграть роль ухудшение условий аэрации. По определениям Расселя и Апплеярда <sup>1)</sup>, почвенные коллоиды и почвенная вода совершенно не содержат свободного кислорода. Если это наблюдение верно, то весьма возможно, что вокруг отдельных частиц почвы могут создаться условия частичного анаэробнозиса, сильно отражающиеся на жизнедеятельности бактерий, особенно строгих аэробов. В пользу этого толкования можно привести наблюдения Диановой и Ворошиловой над неопределенной смесью аэробных и анаэробных бактерий, выделивших в почве значительное количество углекислоты, несмотря на то, что эта смесь бактерий сильно поглощалась почвой.

Подводя итоги сделанным наблюдениям над адсорбцией бактерий, мы можем сказать, что исследование этого явления находится еще в самом начале. Масса вопросов, возникающих в связи с адсорбцией, ждет еще своего разрешения, но и то, что уже удалось установить, говорит достаточно определенно, что в адсорбции мы имеем дело с фактом чрезвычайной значительности в жизни почвы. С этим явлением отныне придется считаться и почвоведу и микробиологу, придется изменить многие привычные представления о жизни микроорганизмов в почве, пересмотреть многое в методах микробиологического анализа почвы и ввести определение адсорбционной способности в необходимую характеристику почвы.

---

<sup>1)</sup> Russel and Appleyard. Journ. Agric. Scien, vol. VII, 1915.



## К ИЗУЧЕНИЮ ПРИЧИН ОТСУТСТВИЯ АЗОТОВАСТЕР'а НА КУЛЬТУРНЫХ ПОЧВАХ.

С тех пор, как были открыты бактерии, способные фиксировать атмосферный азот, вопрос обогащения почвы азотом за счет атмосферного, представляющий одну из наиболее заманчивых проблем практического земледелия, привлек к себе особенно много внимания. Соседство с почвой такого громадного резерва азота, который может быть исчислен в 7 тонн на квадратный метр, и наличие организмов, которые могут из атмосферы переводить этот азот в почву, усваивая его до 66 кг в год на гектар (по исследов. Kühn'a, 1901), — вот обстоятельство, которое так упорно направляет мысль исследователя на изучение всех условий, необходимых для жизни азотфиксирующих бактерий в почве. До сих пор эти наблюдения производились в искусственных условиях, совершенно неподходящих к условиям существования этих организмов в почве.

Мы не будем излагать работ на затронутую тему, отсылая интересующихся к монографии Омелянского „Связывание атмосферного азота почвенными микробами“. В ней имеется полная сводка литературы по этому вопросу (до 500 названий за последние 30 лет).

Однако данные, полученные в жидких средах, не могут быть целиком применены к почве, и попытка подойти к характеристике почв таким путем не могла дать удовлетворительных результатов.

Но в 1925—26 г. Виноградский перенес бактериологическое изучение почвы из искусственных условий в естественную обстановку — в самую почву. В своей работе „Изучение микробиологии почвы“<sup>1)</sup> он предлагает ряд методов, позволяющих

<sup>1)</sup> Annales de l'Institut Pasteur, Т. XXXIX, № 4, 1925 и

” ” ” ” Т. XL, № 6, 1926.

точно и быстро установить: 1) имеются ли в исследуемой почве азотфиксирующие организмы и в каком количестве и 2) находятся ли они в почве в активном состоянии или же размножение их подавлено какими-нибудь неподходящими в ней условиями.

Оставляя в стороне *Clostridium Pasteurianum*, который встречается во всех почвах, мы остановимся только на *Azotobacter*'е.

Для характеристики почвы в отношении *Azotobacter*'а Виноградский рекомендует следующие приемы: 1. Метод кремневых пластинок, позволяющий поместить почву в оптимальные условия для развития *Azotobacter*'а, дает возможность установить, имеется ли в данной почве *Azotobacter* и в каком количестве. Этот подсчет является, конечно, относительным, так как он не дает количества отдельных клеток *Azotobacter*'а, а лишь количество зооглей, которое может варьировать по числу содержащихся в них клеток.

2. Находится ли *Azotobacter* в данной почве в активном состоянии, и, таким образом, почва представляет благоприятную для его развития среду, или же *Azotobacter* в исследуемой почве недейтелен, и, след., в данный момент в почве что-то мешает его размножению? К разрешению этого вопроса Виноградский подходит следующими путями:

1) Метод накопления культуры *Azotobacter*'а в почве и одновременное микроскопическое наблюдение заключается в том, что в почву вносится безазотистое органическое вещество, напр. маннит; внесение его без добавления источников азотистого питания создает элективные условия для организмов, которые могут использовать это углеродистое соединение, добывая азот извне. Таким образом прибавление к почве маннита должно вызвать сильное размножение в ней *Azotobacter*'а. Но, конечно, это будет в том случае, когда в почве имеется *Azotobacter* и все условия для его размножения. Тогда, наблюдая эту почву под микроскопом через каждые 24 часа после внесения маннита, можно заметить резкое увеличение числа клеток *Azotobacter*'а, которое, по данным Виноградского, достигает через 48 часов 200 милл. на 1 г почвы, а через 3—4 суток поднимается до миллиарда на 1 г почвы.

Второй прием определения активности *Azotobacter'a* в почве — это почвенно-крахмальные пластинки и микроскопическое наблюдение. Сущность его та же, что и предыдущего, только вместо маннита берется крахмал, с которым почва перемешивается до получения пластической массы, и на поверхности этой почвенно-крахмальной смеси ведется невооруженным глазом учет вырастающих колоний *Azotobacter'a*. По густоте этих колоний можно судить об относительном количестве *Azotobacter'a* в исследуемой почве.

Все почвы, активные в отношении *Azotobacter'a*, реагируют на внесение в них маннита быстрым и сильным размножением *Azotobacter'a*; на почвенно-крахмальных пластинах такие почвы дают обильные колонии его.

Но если после внесения маннита в почву микроскопическое исследование не обнаруживает в ней увеличения числа клеток *Azotobacter'a* и если на почвенно-крахмальных пластинках не вырастают колонии *Azotobacter'a*, то это еще не указывает на отсутствие его в этой почве, так как в опыте не даны ему все оптимальные условия. И только параллельное заражение кремневого студня может дать окончательный ответ: „отсутствие колоний на этой селективной среде подтвердит без сомнения“, пишет Виноградский, „отсутствие *Azotobacter'a* в исследуемой почве; но если колонии на геле появятся, — следовательно, в почве *Azotobacter* есть, но он отказывается в ней размножаться“. Поэтому мы и не находим его колоний на почвенно-крахмальных пластинках, поэтому на него и не действует прибавление маннита: условия для развития его в этой почве неблагоприятны.

Последний способ характеристики почвы в отношении *Azotobacter'a* — это учет ее азотоусвояющей энергии. Виноградский предлагает определять ее на кремневом студне в больших чашках Петри диаметром в 20 см.

Этот метод вызывает некоторое возражение, а именно: в начале процесса азотоусвоение идет в комочках почвы, но и то не естественной, а поставленной в оптимальные условия для *Azotobacter'a*, — выявляется, следовательно, только возможная способность почвы усваивать азот. В дальнейшем же, когда колонии разрастаются, азотоусвоение происходит уже и не в почве, а на поверхности кремневого студня. Следовательно весь процесс идет независимо от физико-химических свойств почвы, а только от количества содержащегося в нем *Azoto-*

bacter'a, и о фактической азотификации в почве ничего не говорит. Но этот метод очень удобен для того, чтобы определить, может ли та или другая почва усваивать азот, если ее поместить в оптимальные условия.

Пользуясь простотой и доступностью методов, предложенных Виноградским для характеристики почвы в отношении Azotobacter'a, нами на Опытном поле Т. С.-Х. А. решено было провести исследование наших полей в этом направлении. Для наблюдения были выбраны делянки, представляющие интерес в отношении азотного режима и с максимальным количеством физических и химических исследований, что дало бы возможность сделать в дальнейшем ряд сопоставлений.

#### I. Паровые делянки:

- 1) ранний пар обычного трехполья
- 2) „ „ после 3 лет овса
- 3) поздний пар обычного трехполья
- 4) клеверный пар после 3 лет овса
- 5) „ „ четырехполья
- 6) ранний пар
- 7) занятой пар — льняной
- 8) „ „ — люпиновый.

#### II. Овсяные делянки:

- 1) овес в трехпольи после весенней вспашки
- 2) „ „ „ „ полупара
- 3) „ 3-го года по чистому пару
- 4) „ „ „ „ клеверному пару.

#### III. Льняные делянки:

- 1) лен по клеверной дернине, осенней обработки
- 2) „ „ мягкой пашне — по овсу.

Помимо этих делянок, где наблюдения велись через каждые две недели, начиная с мая и до конца октября, было взято несколько проб и с других делянок: на бессменном пару на делянках — удобренной фосфором, удобренной навозом и на неудобренной; на аналогичных же делянках с бессменной рожью; параллельно на севооборотном пару и севооборотной

ржи; на питомнике и на лужках, прилегающих к Опытному полю.

Прежде всего мы применили метод кремневых пластинок, чтобы установить имеется ли *Azotobacter*, в каком количестве и наблюдается ли разница по делянкам. Для посева почва бралась с глубины 0—20 см; просеянная через сито в 2 мм, она распределялась на поверхности геля в 2 чашечках по 50 комочков в каждой. В результате этих исследований мы получили совершенно неожиданную картину: или около комочков не развивалось никаких колоний, или появлялись колонии олигазофилов (развивающихся за счет тех следов нитратного и аммиачного азота, который находится в почвенном комочке), и только в почве питомника и в почве луга был найден *Azotobacter* и в большом количестве: на питомнике—42%, на лугу 58—64%.

Не давали наши почвы колоний *Azotobacter*'а и на поверхности почвенно-крахмальных пластинок—в них очень быстро начиналось маслянокислое брожение, говорящее о присутствии *Clostridium Pasteurianum*.

Пробовали высевать почву на кремневый студень спустя 2, 3, 4 и 6 дней после предварительного внесения в нее маннита, предполагая предварительно вызвать в ней размножение и расселение *Azotobacter*'а, но и в этом случае *Azotobacter* вокруг почвенных комочков не появлялся.

Одновременное исследование туркестанской почвы, взятой из-под культуры хлопка, дало до 80% *Azotobacter*'а на кремневом геле и густую сеть колоний на поверхности почвенно-крахмальных пластинок.

Результат с нашей почвой казался парадоксальным, так как мы привыкли смотреть на нее как на культурную и плодородную, а плодородие, как говорит Remy, идет рука об руку с *Azotobacter*'ом.

Чтобы окончательно убедиться, что наша почва является неактивной в отношении *Azotobacter*'а, нами была испытана ее азотоусвояющая способность по методу Виноградского на больших чашках с кремневым студнем. Параллельно такой же опыт был заложен и с туркестанской почвой. Туркестанская почва была выбрана, как заведомо богатая *Azotobacter*'ом, с той целью, чтобы быть уверенным в правильном применении метода Виноградского. Определение N было сделано через 8 дней. Полученные данные приводим в таблице.

Количество N, усвоенное 1 г воздушно-сухой почвы.

Почвы	N в мг в контроль- ных ча- шечках	N в мг в опытных чашечках	Прибыль в мг на 1 г воздушно- сухой почвы
Ранний пар опытн. поля . .	2,4	3,5	1,1
Туркестанская почва из-под хлопка . . . . .	2,4	15,4	13,0

Резкое различие в поведении этих двух почв на кремневых пластинках вполне совпадает с их потенциальной способностью фиксировать азот. Таким образом результаты исследования на кремневом студне, на почвенно-крахмальных пластинках и данные этого анализа совершенно согласны и окончательно приводят нас к выводу, что *Azotobacter* в нашей почве отсутствует <sup>1)</sup>.

Из литературы известно широкое распространение *Azotobacter*'а в разных частях света: его находили в иле и планктоне Северного моря и Индийского океана, в почвах Африки, Америки, в почвах Германии, Италии, Голландии и т. д. Но, с другой стороны, в ряде случаев в пределах небольшого района в одних почвах его находят, в других — нет.

Так:

Christensen	из 145 образцов датских	почв не нашел <i>Azotob.</i>	в 77 почвах
Gainey	„ 200 „ американских	„ „ „ „	„ 83 „
Burri	„ 105 „ швейцарских	„ „ „ „	„ 34 „
Бреннер	„ 200 „ финляндских	„ „ „ „	„ 198 „

Hugo Fischer на опытном поле Boun-Poppelsdorf находил его регулярно в почвах, получавших известь, на остальных он отсутствовал. Виноградский, исследуя своим последним методом (кремневые пластинки) 24 образца различных почв, частью культурных, частью естественных, не нашел *Azotobacter*'а в 6 почвах (между прочим, в почве парка Пастеровского института он нашел очень ничтожное количество *Azotobacter*'а, а в 10 м от нее была почва чрезвычайно богата им, — так велика пестрота распространения этого организма

<sup>1)</sup> Конечно, этот вывод относится только к тем делянкам, которые были перечислены выше.

даже на небольших участках!). Этот перечень может быть дополнен еще рядом почв, исследованных за последнее время по методу Виноградского, но мы их приведем ниже. Значит, наша почва не стоит в этом отношении одинокой.

Чтобы подойти к выяснению причин отсутствия *Azotobacter*'а на перечисленных делянках нашего Опытного поля, следует немного остановиться на тех факторах, которые необходимы для его благополучного развития в почве. Прежде всего, как строгий аэроб, *Azotobacter* требует от почвы хорошей аэрации. Известно, что в условиях широкого доступа воздуха деятельность *Azotobacter*'а протекает всегда гораздо энергичнее, чем при недостатке его.

В отношении питательного режима имеются данные о количестве кальция и фосфора в почве, необходимых для жизни *Azotobacter*'а, а также о благоприятствующей реакции почвы.

Присутствие в почве фосфора рассматривается как непременное условие существования в ней *Azotobacter*'а. Эта зависимость тесно связана с особенностью клеток *Azotobacter*'а: они содержат так называемые метакроматические тельца — круглые блестящие зернышки, которые дают все реакции на волютин (относится к нуклеопротеидам). По наблюдениям Омелянского <sup>1)</sup>, эти тельца образуются в клетках *Azotobacter*'а только при выращивании его на средах, содержащих фосфор, в отсутствие фосфора они не появляются. По вычислению Stoklasa <sup>2)</sup>, содержание  $P_2O_5$  в клетках *Azotobacter*'а доходит до 5%. Heinze <sup>3)</sup> получал наилучшее развитие *Azotobacter*'а в жидких культурах при содержании фосфора от 0,02% до 0,10%. Перенося эти наблюдения с чистыми культурами *Azotobacter*'а в почву, естественно ожидать *Azotobacter* только в почвах, богатых фосфором. Niclas и Hirschberger <sup>4)</sup> сопоставили развитие *Azotobacter*'а в почвах с общим количеством находящейся в них  $P_2O_5$  и с количеством  $P_2O_5$ , растворимой в 2%-ной лимонной кислоте. Наблюдения эти они провели <sup>5)</sup> в 27 германских почвах, большинство которых были культурные, взятые с опытных полей. В результате такого сопоставления они разбили все почвы на 3 следующие группы:

1) Архив биологических наук, Том XX, 1916.

2) Centralblatt für Bacter., Abt. II, Bd. 21, 1908.

3) Landwirtschaft. Jahrbücher, Bd. LXIV, Heft 1, 1926.

4) Zeitschrift für angewandte Chemie, № 49, 1924.

5) Опыт в жидкой среде.

Почвы	% относи- тельно растворим P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , растворим. в 2% ли- монной кислоте	% общего количества P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	По Neu- bauer'у, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
I Почвы, не давшие пленки Azotobacter'a	Меньше 17	Ниже 0,02	0,04—0,16	Ниже 6
II Почвы со слабым раз- витием пленки Azo- tobacter'a . . . . .	17—25	0,02—0,04	0,10—0,18	6—13
III Почвы с прекрасным развитием пленки Azotobacter'a . . . .	Выше 25	Выше 0,04	0,18—0,43	Выше 13

Следовательно, чем выше содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в почве, тем больше шансов найти в ней Azotobacter.

Что касается значения кальция, необходимость его для Azotobacter'a подтверждается очень многими исследователями. Christensen <sup>1)</sup>, тесно связывая развитие Azotobacter'a с Ca, предлагает даже определять потребность почвы в Ca наличием или отсутствием в ней Azotobacter'a. По его опытам, эта зависимость выражена очень определенно, что видно из прилагаемой таблицы:

% CaO, вытесненн. NH <sub>4</sub> Cl	% почв, давших пленку Azo- tobacter'a
0,00—0,05	0
0,06—0,10	0
0,11—0,15	5
0,16—0,20	11
0,21—0,25	44
0,26—0,30	56
0,31—0,35	70
0,36—0,40	91
Выше 0,40	84

<sup>1)</sup> Centralblatt für Bacter., Abt. II, Bd. 43, № 1—7.



Исходя из этих цифр, возможно <sup>1)</sup> предположить, что *Azotobacter* может появиться только в тех почвах, в которых содержание поглощенного кальция выше 0,1%. У большинства же почв, в которых был найден *Azotobacter*, содержание кальция колебалось от 0,2% до 0,4%.

Имеет ли значение Са как таковой, или же он играет роль подщелачивателя среды? Это мы рассмотрим в конце приводимого материала, а сейчас укажем еще на третий фактор, от которого зависит присутствие *Azotobacter*'а в почве.

Это — реакция почвы, точнее активная кислотность ( $P_H$ ). В искусственных условиях нижняя граница, допускающая развитие *Azotobacter*'а, была установлена при  $P_H = 5,9-6,0$ , оптимум — при  $P_H = 6,1-6,5$  <sup>2)</sup>, а, по Stapp'у Buschmann'у <sup>3)</sup>, оптимум лежит в пределах  $P_H = 6,5-7,7$ . Позднейшие исследования по этому вопросу, выполненные более совершенной методикой Виноградского, подтвердили, что зависимость между реакцией почвы и наличием в ней *Azotobacter*'а существует и что при  $P_H$  почвы ниже 6,0—5,9 *Azotobacter* встречается крайне редко. Но в то же время эти сопоставления реакции почвы и присутствия в ней *Azotobacter*'а показали, что в ряде почв более щелочных, имеющих  $P_H$  даже выше 7,0, *Azotobacter* обнаружен не был. Мы приведем несколько таких примеров.

Различные почвы, исследованные Виноградским <sup>4)</sup>.

Почвы	$P_H$	Azotob.
Белграда . . .	7,5	0
Алжира . . .	6,6	„
Парижа-лесная	6,6	„
„ „	7,1	„

Почвы Вологодской губ. <sup>5)</sup>.

Почвы	$P_H$	Azotob.
Луг . . . . .	7,6	0
Обраб. почва	7,4	„
Заболоч. луг .	7,0	„
Оподзол. почва	7,0	„

Таким образом мы видим, что определение оптимальной реакции для *Azotobacter*'а в почве не так просто. Он

<sup>1)</sup> Опыт в жидкой среде.

<sup>2)</sup> Gainey and Batchelor, Journal of Agricult. Research, vol XXIV, 1923.

<sup>3)</sup> Худяков, Сельскохозяйственная микробиология, 1926.

<sup>4)</sup> Annales de l'Institut Pasteur, T. XI, № 6, 1926.

<sup>5)</sup> Корсакова и Былинкина. Труды отдела с.-х. микробиологии Госуд. инст. оп. агр., Том I, 1926.

редко выдерживает  $p_H$  ниже 5,9. Но это не значит, что при благоприятной для него реакции в почве он обязательно будет там существовать: закон минимума, имеющий такое большое значение в жизни высших растений, в такой же мере проявляется и по отношению к невидимому миру почвы.

Почвы Саратовской Обл. опытной станции и др.<sup>1)</sup>.

Почвы		$p_H$	Azotobacter	Примечание
Южно-черно-земная	Пар Саратов. обл. оп. станции	7,2	0	Автором отмечается пока еще не выясненное им разногласие между микроскопич. наблюден., указывающими на присутствие Azotobacter'a и между результатами посева на кремневом студне, не давшим ни одной колонии.
	Рожь " " " "	6,9	0	
	Крестьянский пар . . . . .	7,6	0	
	Степь . . . . .	7,7	0	
Темно-каштан	Пар неуд. обл. оп. станции	6,6	0	
	" с фосф. " " "	6,6	0	
	" унавож. " " "	6,7	0	

Кроме перечисленных 4 факторов (аэрация, а вместе с ней и влажность, содержание Са и фосфора и реакция среды), имеющих первенствующее значение в жизни Azotobacter'a, на развитие его благоприятно отражается присутствие железа, повидимому, калия, температура и многие другие прямые и косвенные факторы. Но на них мы останавливаться не будем.

Данные, относящиеся к условиям существования Azotobacter'a, были получены большею частью очень несовершенным методом в искусственных условиях, и в какой степени они соответствуют действительности, возможно ли их переносить полностью на почву — неизвестно. Сделав эту оговорку, мы при описании нашей почвы только условно исходим из приведенных выше цифр.

Если обратиться теперь к почве опытного поля, то по физическим свойствам, главным образом в отношении аэрации, они должны, повидимому, отвечать запросам даже такого строгого аэроба, как Azotobacter. По колебаниям влажности ее

<sup>1)</sup> Образцова, Известия Саратовского госуд. института сельского хозяйства, Вып. III, 1927.

тоже нельзя считать неподходящей для него. Химический же анализ показал, что по количеству кальция и фосфора наша почва не может вполне удовлетворять тем требованиям, которые предъявляет в этом направлении *Azotobacter* к питательной среде. Содержание поглощенного кальция в нашей почве = 0,08—0,15%, а количество  $P_2O_5$ , растворимой в слабой кислоте, = 0,01—0,03%. Реакция почвы, колеблющаяся чаще всего от 5,5 до 6,5, тоже может поставить ее за пределы возможного развития в ней *Azotobacter*'а.

Какой же из перечисленных факторов может иметь в данном случае решающее значение? На что сильнее всего будет реагировать *Azotobacter* в нашей почве, и при каких условиях возможно в ней существование этого азотфиксатора?

Для разрешения поставленной задачи нам пришлось прибегнуть к заражению нашей почвы культурой *Azotobacter*'а, выделенной из почвы питомника. После чего, меняя в ней условия питательного режима, мы вели периодические наблюдения по учету в ней *Azotobacter*'а, чтобы определить, как он отзывается на то или другое наше вмешательство. Опыт проводился в 2 сериях.

I серия. Почва с делянки раннего пара обычного трехполья заражалась водной эмульсией культуры *Azotobacter*'а (выделенн. на кремнев. студне); из этой почвы брались 4 навески по 50 г. В первую навеску ничего не добавлялось, это была наша почва, только зараженная *Azotobacter*'ом; во вторую навеску прибавлялся энергетический материал — 0,5 г маннита (1%); в третью навеску, кроме 0,5 г маннита, еще 0,2 г  $CaCO_3$ ; в четвертую — 0,5 г маннита + 0,2 г  $CaCO_3$  и еще 2 см<sup>3</sup> питательного субстрата Виноградского с  $K_2HPO_4$ . Почвы хорошо перемешивались и после увлажнения, до одного и того же процента (60 — 62% от полной влагоемкости), переводились в чашечки Петри, которые помещались в термостат при 26—30°.

II серия аналогична первой, только без заражения *Azotobacter*'ом. Она была поставлена с той целью, чтобы посмотреть, не удастся ли обнаружить в почве *Azotobacter* (путем его активирования) после того, как поместим ее в оптимальные условия и на продолжительный срок.

Чтобы ориентироваться, с каким количеством *Azotobacter*'а мы имеем дело в начале опыта, сейчас же после всех описанных манипуляций были высеяны пробы из всех чашечек на кремневый студень; и в дальнейшем, чтобы следить за *Azo-*

tobacter'ом, мы через некоторые промежутки времени повторяли эти посевы (для чего содержимое чашечки сначала очень хорошо перемешивалось, затем просеивалось через стерильное сито в 2 мм, и комочки распределялись на геле). То же самое проделывали и с почвой, не зараженной Azotobacter'ом. Полученные результаты приводим в таблице.

8-й опыт, 19/XI. Почва заражена Azotobacter'ом.

Количество колоний Azotobacter'a на кремнев. студне в 0/11.

Сроки посева	Почва + Azotob.	Почва + Azotob. маннит.	Почва + Azotob. + маннит + CaCO <sub>3</sub>	Почва + Azotob. + маннит + CaCO <sub>3</sub> + фосфор
Сейчас же после заражения . . . . .	100	100	100	100
30 XI—через 11 дн. . . . .	Слились	68	100	100
22 XII — через 1 м. 3 дня . . . . .	72	30	100	100
27 I — через 2 м. 8 дн.	0	0	100	100
9/III — через 3 мес. 19 дн. . . . .	0	0	100	100
11/V — через 5 мес. 19 дн. . . . .	0	0	100	100
15/VI — через 6 мес. 26 дн. . . . .	0	0	100	100

Почва, не зараженная Azotobacter'ом, не обнаружила присутствия Azotobacter'a ни в одном из 4 вариантов за весь период исследования, равный 6 месяцам и 26 дням.

Следовательно ни прибавление маннита в нашу почву, ни кальция, ни фосфора не вызывает к жизни ни одной клетки Azotobacter'a — это еще доказательство, что его в нашей почве нет <sup>1)</sup>.

Больше того — в нашей почве имеются такие неблагоприятные условия для жизни Azotobacter'a, что если даже заразить ее большим количеством этой культуры, да еще добавить маннит, и то через некоторое время мы уже не находим в ней ни одной клетки, и только внесением Ca и Ca + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> мы удерживаем в ней Azotobacter'a.

В виду того, что в этом опыте у нас не было учтено отдельно влияние фосфора, мы дополнили этот пробел в сле-

<sup>1)</sup> Имеем в виду только исследованные деланки.

дующем опыте; таким образом был добавлен еще один вариант — почва + Azotobacter + 0,5 г маннита + 0,01 г  $K_2HPO_4$ . Вся вторая серия, т. е. опыты с незараженной почвой, были выпущены, потому что там этот вопрос достаточно ясен (так как прибавление  $CaCO_3$  + фосфор не вызвало никакого эффекта). Ниже приводим данные последнего опыта.

9-й опыт, 9 декабря. Почва заражена Azotobacter'ом.

Процент колоний Azotobacter'a, выросших на кремнев. геле.

Сроки посева	Почва + Azo- tobact	Почва + Azo- tob. + маннит	Почва + Azo- tob. + маннит + + $K_2HPO_4$	Почва + Azo- tob. + маннит + + $CaCO_3$	Почва + Azo- tob. + маннит + + $K_2HPO_4$ + + $CaCO_3$
Сейчас же после заражен. . . . .	100	100	100	100	100
22/XII — через 13 дн. . . . .	22	70	86	100	100
27/I — через 1 м. 18 дн. . . . .	0	24	40	100	100
9/III — через 3 м.	0	0	4	100	100
31/III — через 3 м. 22 дн. . . . .	0	0	0	100	100

Добавление в нашу почву фосфора делает ее более терпимой для Azotobacter'a, он задерживается в ней на больший срок по сравнению с почвой, куда фосфат не вносился. Но через 3 месяца и в этом случае Azotobacter погибает, и только  $CaCO_3$  создает условия, удовлетворяющие всем требованиям Azotobacter'a. Интересно было выяснить, почему кальций дает такое благополучие Azotobacter'у: служит ли он для него необходимым питательным элементом, или же здесь сказывается его свойство подщелачивать среду, что для Azotobacter'a является, как было сказано выше, очень существенным?

Электрометрическое определение  $P_H$  дало нам в опыте 8-м такие цифры:

почва + Azotobacter — 6,3;

почва + Azotobacter + маннит — 6,4;

почва + Azotobacter + маннит +  $CaCO_3$  — 7,2;

почва + Azotobacter + маннит +  $CaCO_3$  + фосфор — 7,8.

Хотя величина  $P_H$  всех приведенных почв лежит уже в пределах развития Azotobacter'a, но она не одинакова; и, может быть, этим фактором и объясняется тот эффект, который про-

изводит на *Azotobacter* внесение  $\text{CaCO}_3$  в наши почвы. Чтобы проверить это предположение, мы повторили все те же комбинации почвы, *Azotobacter*'а и питательных веществ, которые были нами взяты в 9-м опыте, но только реакция везде была доведена до одного и того же  $\text{p}_\text{H}$ , равного 7,9.

Почва заражалась *Azotobacter*'ом и, после внесения в нее, как указано в опыте 9-м, маннита, кальция и фосфора, везде было сделано определение реакции. Максимальная цифра, полученная при этом определении, равнялась 7,9. До этой величины пришлось довести реакцию всех почв. Для уравнивания был взят  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Влажность во всех чашечках поддерживалась одинаковой.

Вот результаты посева этих почв на кремневом студне:

10-й опыт, 20 января. Почва заражена *Azotobacter*'ом. Реакция везде доведена до одинакового  $\text{p}_\text{H}$ .

Процент колоний *Azotobacter*'а на кремнев. студне.

Сроки посева на гель	Почва + + <i>Azoto-</i> <i>bact.</i>		Почва + + <i>Az.</i> + + маннит		Почва + + <i>Az.</i> + + маннит + + $\text{K}_2\text{HPO}_4$		Почва + <i>Az.</i> + маннит + + $\text{CaCO}_3$		Почва + <i>Az.</i> + + маннит + + $\text{K}_2\text{HPO}_4$ + $\text{CaCO}_3$	
	Подсчет через									
	48 ч.	4 сут.	48 ч.	4 сут.	48 ч.	4 сут.	через 48 ч.			
Сейчас же после зараж. . . . .	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
17/II — через 28 дн.	100	100	85	85	100	100	100	100	100	100
9/III — через 1 м. 18 дн. . . . .	100	100	88	88	100	100	100	100	100	100
31/III — через 2 м. 11 дн. . . . .	100	100	28	28	100	100	100	100	100	100
3/V — через 3 м. 13 дн. . . . .	50	80	8	8	100	100	100	100	100	100
15/VI — через 4 м. 25 дн. . . . .	0	48	0	4	80	98	100	100	100	100
11/VII — через 5 м. 21 дн. . . . .	0	28	0	0	50	92	100	100	100	100
3/X — через 9 м. 13 дн. . . . .	0	0	0	0	8	8	100	100	100	100
22/XII — через 11 м. 2 дн. . . . .	0	0	0	0	1	—	100	100	100	100
22/II — через 13 м. 2 дн. . . . .	0	0	0	0	0	—	100	100	100	100

Прежде всего из этих данных видно, что *Azotobacter* в нашей почве действительно очень сильно реагирует на изменение реакции (сравн. оп. 8-й и опыт 9-й с оп. 10-м): подщелачивание почвы значительно замедляет гибель *Azotobacter*'а даже в той порции, куда не вносился ни кальций ни фосфор. Изменение реакции, очевидно, дает возможность развиваться *Azotobacter*'у даже при том запасе Са и фосфора, какие имеются у нас в почве. Однако это обеспечение не надолго: уже через месяц колонии его на кремневом студне развиваются заметно слабее, чем колонии известкованной почвы; через 3 месяца он уже начинает убывать в этих почвах, а колонии его становятся еще более слабыми. А между тем реакция всех порций в это время сдвинулась очень немного и очень согласно,  $P_H$  их равнялся в I<sup>1)</sup> порции — 7,7, во II — 8,0, в III — 7,7, в IV — 7,8, в V — 7,7. Спустя 4 месяца, при посеве этих почв на кремневом студне, мы уже не получаем через 48 час. ни одной колонии *Azotobacter*'а, и только через 4 суток появляются слабые колонии его и в небольшом количестве. Добавление в почву фосфора и в условиях более щелочной реакции, очевидно, не спасает *Azotobacter*'а, но только удлинит срок его существования в ней (сравн. оп. 9-й). Через месяц *Azotobacter* из этой порции начинает давать заметно более слабые колонии, чем из порции с кальцием. Через 3 месяца мы еще имеем в ней все 100% *Azotobacter*'а (ср. опыт 9-й), а по истечении 4 месяцев начинается уже убыль *Azotobacter*'а, при чем колонии его появляются с запозданием и разрастаются медленно и слабо. И только в почве, куда был добавлен кальций, *Azotobacter* за весь период наблюдения великолепно развивается, давая большие, быстро образующиеся (все через 48 час.) и быстро пигментирующиеся колонии вокруг каждого комочка почвы (100%).

В дальнейшем такая тенденция в поведении *Azotobacter*'а выявляется еще более отчетливо. В пробе от 3/X, т. е. через 9 мес. и 13 дн., почва без добавления фосфора и кальция по-прежнему остается стерильной в отношении *Azotobacter*'а, не давая на кремневом студне ни одной колонии его. Почва с фосфором дала только 8% *Azotobacter*'а.

Через 11 м. и 2 дня (22/XII) и в этой комбинации количество *Azotobacter*'а падает уже до 1%, в то время как присутствие в почве кальция дает все 100%.

---

<sup>1)</sup> В том же порядке, как помещены в таблице.

Обращаясь снова к реакции этих почв, мы не находим там ответа на такое различие в их поведении.  $P_H$ , определенное в это же время электрометрическим способом, было следующее: I — 7,2, II — 7,2, III — 7,0, IV — 7,3, V — 7,0.

Спустя 13 мес. и 2 дня почва с фосфором не дает уже через 48 час. ни одной колонии на кремневом студне, и только через 5 суток можно было заметить около 6 комочков (6%) еле развившихся колоний *Azotobacter*'а.

Кальций продолжал давать все тот же эффект. Но  $P_H$  во всех порциях было одно и то же: I — 6,8, II — 6,8, III — 6,6, IV — 6,9, V — 6,9.

Очевидно, реакция почвы не является единственным фактором, обуславливающим отсутствие *Azotobacter*'а в нашей почве. Хотя, делая такое заключение, необходимо оговориться, что выделить влияние отдельных факторов в почве чрезвычайно трудно благодаря их тесному сцеплению друг с другом. Поэтому и в данном опыте выделение фактора реакции не было проведено в чистоте, так как в серии с  $CaCO_3$ , где поташ не прибавлялся, почва по своим физико-химическим свойствам должна резко отличаться от почв, подщелоченных поташом. Различие это сводится главным образом к изменению поглощающего комплекса (замещение извести калием). Так как состав комплекса обуславливает коллоидальное состояние почвы, а последнее отражается на жизни *Azotobacter*'а (Praztowski), то, может быть, наряду с первенствующим влиянием реакции (в опытах 9-м и 10-м) сказалось и косвенное воздействие различной коллоидальности среды.

Резюмируя результаты опытов, можно сказать, что усреднение реакции нашей почвы и внесение фосфора создает условия, более благоприятные для развития в ней *Azotobacter*'а, но для длительного существования его в этой почве этого недостаточно. Только присутствие  $CaCO_3$  обеспечивает жизнь *Azotobacter*'а в нашей почве на более продолжительный срок. Так, в опыте от 20 января в порции почвы, куда был внесен кальций, по истечении 13 месяцев, получаем на кремневом студне уже через 48 час. пышный рост *Azotobacter*'а около каждого комочка, т. е. все 100%. Это значит, что, помимо изменения реакции, кальций оказывает специфическое благотворное влияние на *Azotobacter*'а. Является ли он только необходимым питательным элементом,



или его значение сводится к роли фактора структуры, или же он действует еще как катализатор в химической деятельности клетки — этот вопрос подлежит исследованию.

Все опыты с внесением  $\text{CaCO}_3$  (8-й, 9-й и 10-й) показывают также, что *Azotobacter* прекрасно может развиваться и при том небольшом запасе фосфора, который имеется в нашей почве, если только туда добавлен  $\text{CaCO}_3$ . Таким образом те благоприятные границы колебаний питательных элементов, которые были указаны выше для *Azotobacter*'а, сами по себе не вполне определяют развитие этого организма в почве. В естественных условиях обстановка чрезвычайно осложняется вхождением целого ряда других факторов, и указанные оптимумы для 3 элементов могут иметь условное значение. Иногда даже при наличии благоприятных физико-химических условий, предъявляемых *Azotobacter*'ом к почве, он не всегда в ней существует.

Так, например, в исследованных нами черноземах Воронежской губернии (табачные плантации), где содержание лимонно-растворимого фосфора доходило до 0,3%, *Azotobacter* встречался только в тех почвах, где  $P_H$  было выше 6,4. Здесь мы сталкиваемся с биологией почвы. Эта сторона совершенно не могла быть освещена при работе с чистыми культурами и в искусственной обстановке. Но закон борьбы за существование, столь властный среди всего живого, конечно, и здесь является мощным регулятором всей биохимической жизни почвы. Принимая во внимание очень медленное развитие *Azotobacter*'а даже в оптимальных условиях и чрезвычайно быстрое развитие всех банальных почвенных бактерий <sup>1)</sup>, можно предсказать, как трудно *Azotobacter*'у выйти победителем из этой борьбы. И если в почве существуют условия, более или менее благоприятные для развития обычных бактерий, *Azotobacter* уже не может с ними конкурировать. Виноградский, например, прекрасно иллюстрирует косвенное угнетающее действие селитры на *Azotobacter*'а.

Им было взято 5 серий одной и той же почвы (по 50 г) отличающихся только по количеству прибавленной калийной селитры. Во все порции была внесена глюкоза. Затем велись периодические микроскопические исследования этих почв.

<sup>1)</sup> Для расселения в почве *Azotobacter*'а требуется не меньше 48 час. после помещения ее в оптимальные условия, большинство же других почвенных бактерий развивается во много раз быстрее — через 5–6 часов после внесения питательного вещества почва ими уже наводнена.

Вот результаты действия селитры в почве на *Azotobacter*'а:

Глю- козы в г	Нитрат- ный N в мг на 50 г почвы	Микроскопическая картина:		
		через 24 часа	через 48 часов	через 72 часа
0,5	0,0	Никакой реак- ции	<i>Azotobacter</i> 'а несколько сотен миллионов на 1 г	Максимум <i>Azo- tobacter</i> 'а не меньше 2 мил- лиардов на 1 г
0,5	2,5	Значительное количество ба- цилл, <i>Azotoba- cter</i> не виден	Те же бациллы, без увеличения числа, <i>Azotoba- cter</i> не виден	Бациллы без из- менения, по- явился <i>Azoto- bacter</i> в коли- честве 75 мил- лионов на 1 г
0,5	5,0	Уже бесчислен- ное множество бацилл, <i>Azoto- bacter</i> не виден	Та же картина, изменений, <i>Azo- tobacter</i> 'а не видно	Та же картина изменений, <i>Azo- tobacter</i> 'а не видно
0,5	7,5			
0,5	10,5			

Из таблицы видно, как возрастающая доза селитры, давая возможность использовать внесенный углеродистый материал банальным почвенным организмам, содействует обильному размножению их и как *Azotobacter* постепенно уступает им место, подавленный в своем развитии.

Этот опыт может служить ярким примером того, как нитраты — фактор, благоприятно действующий в чистых культурах, — в тех же дозах оказывается в почве фактором угнетающим. Эти данные еще раз подтверждают, что вопрос об установлении необходимых условий для развития *Azotobacter*'а в почве в естественных условиях должен быть пересмотрен. Метод Виноградского может здесь оказать ценную услугу. Почвы, лишенные *Azotobacter*'а, являются для этого очень подходящим материалом. Заражая их культурой *Azotobacter*'а, меняя их физический состав и химические свойства и одновременно следя, как эти изменения отзываются на *Azotobacter*'е, можно подойти к решению вопроса, чего не хватает, чтобы сделать испытываемую почву активной в отношении *Azotobacter*'а.

Еще несколько слов о практических выводах, которые можно сделать из настоящей работы. Как было видно из опытов, вносимый в почву *Azotobacter* погибал во всех случаях, когда не было добавлено мела. Этот пример следует иметь в виду при применении бактериальных удобрений —

без соответствующего изучения почвы они во многих случаях должны оказаться бесцельными. Кроме того ясно видна громадная роль, какую может играть известкование почвы в деле бактериального обогащения ее азотом.

Этими замечаниями закончим нашу работу.

В заключение повторим основные выводы, которые следуют из описанных опытов.

Они могут быть сведены к следующим 5 пунктам:

1. *Azotobacter*, внесенный в нашу почву без всяких к ней добавлений, существовать в ней не может, и через 1—2 месяца после заражения мы уже не находим его колоний на кремневом студне.

2. Внесение энергетического материала (маннит) не улучшает условий его жизни в почве, иногда даже ускоряет его гибель.

3. Усреднение реакции почвы, а также и внесение фосфора создает условия, более благоприятные для развития *Azotobacter*'а, но для длительного существования его в этой почве этого еще недостаточно.

4. Только присутствие  $\text{CaCO}_3$  обеспечивает жизнь *Azotobacter*'а в нашей почве на более продолжительный срок, а может быть, и навсегда (опыт идет уже 13-й месяц, *Azotobacter* все еще дает на кремневом студне все 100%).

5. Благоприятное действие  $\text{CaCO}_3$  нужно отнести не только за счет его подщелачивающего влияния, но и за счет специфически положительного воздействия кальция.

## ОБРАЗОВАНИЕ АММИАКА ПРИ СВЯЗЫВАНИИ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА МИКРОБОМ AZOTOBACTER CHROOCOCCUM.

Такой химический процесс, как связывание атмосферного азота под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов всегда привлекал научную мысль. Многие пытались разрешить этот вопрос. Мы знаем о конечном результате этого процесса, но весь путь от начала представляет из себя еще пока загадку. Как происходит связывание азота, какие получаются первоначальные продукты синтеза — насчет этого мы имеем много различных взглядов.

По мнению Kaserer'a<sup>1)</sup>, в природе существует три группы азотфиксирующих бактерий. Одни разлагают цианиды на углекислоту и азот, который и фиксируется; другие окисляют атмосферный азот в азотную кислоту, и, наконец, третьи—переводят азот в углекислый аммоний в присутствии муравьиной кислоты.

По Gautier и Drouin<sup>2)</sup>, связывание азота бактериями происходит путем окисления его под влиянием живой протоплазмы, подобно тому как наблюдается связывание азота во влажном воздухе при окислении органического вещества. Точно такого же взгляда придерживался и Berthelot<sup>3)</sup>.

Loew и Aso<sup>4)</sup> считают первым продуктом синтеза азоти-стоаммонийную соль, которая восстанавливается до аммиака, идущего на построение белка.

1) Kaserer, Ueber einige neue Stickstoffbakterien mit autotrophener Lebensweise, Z. f. d. Land, Vers. Wesen in Oesterreich, т. X, стр. 37, 1907.

2) Gautier et Drouin, Comptes rend. t. 106, 160 (1888), т. 113, 820 (1891).

3) Berthelot, Recherches nouvelles sur les microorganismes fixateurs, de l'azote, C. R., т. 116, 842, 1893.

4) Loew Aso, Centrbl f. Bact., т. 22, стр. 452, 1909.

На образование азотной кислоты в культурах *Azotobacter*'а указывает Jones <sup>1)</sup>.

Kellermann и Smith <sup>2)</sup> отрицают это. Gerlach и Vogel <sup>3)</sup> приходят к заключению, что в теле *Azotobacter*'а синтезируются амидосоединения путем присоединения азота к безазотистым органическим веществам, а затем уже из амидосоединений образуются белки.

Это последнее мнение высказывает и Heinze <sup>4)</sup>.

По Lipman'у первым продуктом ассимиляции азота *Azotobacter*'а является аминокислота, а по мнению Stoklasa <sup>5)</sup> — синильная кислота.

По данным С. Костычева, А. Рыскальчук и О. Швецово<sup>6)</sup>, первым продуктом усвоения молекулярного азота у *Azotobacter agile* является аммиак, который они находили в жидких культурах; из аммиака образуются аминокруппы, найденные ими в тех же субстратах.

Образуются ли при усвоении атмосферного азота бактериями растворимые азотистые вещества, мы еще не можем определенно сказать, так как по этому вопросу существует совершенно противоположные мнения.

Так, Berthelot нашел, что фиксируемый азот находится в нерастворенном состоянии.

По Gerlach'у и Vogel'ю, при ассимиляции азота микробом *Azotobacter*, растворимых азотистых соединений не образуется.

Moler <sup>7)</sup> нашел, что растворимые азотистые соединения появляются в культурах *Azotobacter*'а только после отмирания клеток.

Наконец, Heinze <sup>8)</sup> показал, что растения не усваивают непосредственно азота клеток *Azotobacter*'а.

По Виноградскому <sup>9)</sup>, в конечном итоге усвоенный азот открывается в виде нерастворимого органического азота и лишь отчасти в растворимом состоянии.

<sup>1)</sup> Jones, Centrbl. f. Bact., т. 32, стр. 14, 1913.

<sup>2)</sup> Kellermann u. Smith, Centrbl. f. Bact., т. 40, стр. 479, 1919.

<sup>3)</sup> Gerlach u. Vogel, Centrbl. f. Bact., т. 9, стр. 817 и 880, 1902.

<sup>4)</sup> Heinze, Centrbl. f. Bact., т. 12, стр. 43, 1904.

<sup>5)</sup> Stoklasa, Centrbl. f. Bact., т. 31, стр. 483, 1908.

<sup>6)</sup> С. Костычев, А. Рыскальчук и О. Швецова, Химические исследования над связыванием молекулярного азота микробом *Azotobacter agile*. Труды отдела сельскохозяйственной микробиологии, т. I.

<sup>7)</sup> Moler, Centr. f. Bact. II Abt. Bd. 47, 1917.

<sup>8)</sup> Heinze, Ueber die Stickstoffassimilation durch niedere Organismen. Landw. Jahrb., т. 35, стр. 839, 1906.

<sup>9)</sup> Виноградский, Архив биологических наук, т. 3, стр. 293, 1895.

Лирман находит растворимые азотистые соединения, фильтруя разводки *Azotobacter*'а через фарфоровую свечу, а, по данным Krzemieniewsky, около 13,3% связываемого азота переходит в раствор.

Довольно большое количество растворимых азотистых веществ находили в своих опытах с *Azotobacter agile* С. Костычев, А. Рыскальчук и О. Швецова. Это разнообразие мнений и данных заставило произвести ниже изложенную работу.

Мною было предпринято исследование, по просьбе Н. Н. Худякова, для выяснения вопроса об образовании аммиака при связывании молекулярного азота микробом *Azotobacter chroococcum*.

Чистая культура *Azotobacter chroococcum* была выделена мною из почвы полей С.-Х. Академии. Опыты ставились как с жидкими субстратами, так и с твердыми. Вода употреблялась трижды, перегнанная, а соли перекристаллизованные.

Опыты на жидком субстрате.

Питательный раствор применялся следующего состава:

Дистиллированной воды . . . . .	100 см <sup>3</sup>
Фосфорнокислого калия . . . . .	0,05 :
Сернокислого магния . . . . .	0,05 „
Хлористого натрия . . . . .	0,05 „
Сернокислого железа . . . . .	0,02 „
Окси алюминия . . . . .	0,01 „
Углекислого кальция . . . . .	0,02 „
Маннита . . . . .	2,0 „

Этот питательный раствор наливался по 100 см<sup>3</sup> в плоскодонные колбы; слой жидкости на дне сосуда не превышал 2 мм, стерилизовался в автоклаве 20 минут при 120°, заражался молодой (двухдневной) культурой и ставился в термостат при 28°C, куда также ставились и контрольные сосуды. Продолжительность опыта 5—6 дней. После окончания опыта определялся весь азот по методу Кьельдаля, а аммиак—колориметрическим методом.

Опыт 1. Пятидневная культура.

В 300 см <sup>3</sup> весь азот . . . . .	21,2
„ азот аммиака . . . . .	0,0

Контроль. В 300 см<sup>3</sup> весь азот . . . . . следы.

Опыт 2. Шестидневная культура.

В 300 см <sup>3</sup> весь азот . . . . .	28,5
„ азот аммиака . . . . .	0,0

Контроль. В 300 см<sup>3</sup> весь азот . . . . . следы.

Опыт 3. Шестидневная культура.

В 300 см <sup>3</sup> весь азот . . . . .	27,4
"          азот аммиака . . . . .	0,0
Контроль. В 300 см <sup>3</sup> весь азот . . . . .	следы.

Итак, в этих опытах образования аммиака не удалось обнаружить.

Если действительно аммиак является при связывании атмосферного азота первично промежуточным продуктом, то он накапливаться в среде не может, а быстро идет на построение других более сложных азотистых веществ в живой клетке. С другой стороны, мы знаем, что промежуточные продукты можно выводить из сферы реакции, и мною была сделана попытка в этом направлении. Н. Н. Худяков наблюдал, что если вести аммонификацию в песчаной среде при протягивании воздуха, то образующийся аммиак увлекается током воздуха и таким путем удаляется 80—90% аммиака из среды, в которой протекает жизнедеятельность бактерий. Легкость удаления аммиака из песчаной среды и заставила поставить следующие опыты.

В конусообразные сосуды, на дне которых помещались стеклянные бусы, насыпался совершенно чистый кварцевый песок в количестве 200 г в каждый сосуд. Песок пропитывался питательным раствором Виноградского следующим образом. Готовился минеральный субстрат, состоящий из:

Дистиллированной воды . . . . .	100 см <sup>3</sup>
Фосфорнокислого калия . . . . .	0,5 г
Сернокислого магния . . . . .	0,3 г
Хлористого натрия . . . . .	0,3 г
Сернокислого железа . . . . .	0,01 г
Сернокислого марганца . . . . .	0,01 г

В двадцать кубических сантиметров такого минерального субстрата вносилось 4 г маннита, 1 г углекислого кальция и 1,6 см<sup>3</sup> 2%-ного поташа; вся эта смесь шла для пропитывания 200 г песка. Сосуды стерилизовались в автоклаве при 120° С 30 минут; после стерилизации производилось заражение 0,5 см<sup>3</sup> эмульсии *Azotobacter chroococcum*, смытой с двухдневной агаровой культуры. Воздух начинал протягиваться сейчас же после заражения. Предварительно он очищался от углекислоты и аммиака, через ватный фильтр поступал снизу в опытный сосуд и, пройдя песок, выходил наружу опять через такой же ватный фильтр, а потом через поглотители, находящиеся в дрекелях. В одном находилась

0,1 норм. серная кислота для улавливания аммиака, а в другом — раствор барита для улавливания углекислоты. Рядом с опытным сосудом всегда ставился контрольный. После окончания опыта производилось определение общего азота по методу Кьельдаля и аммиака колориметрическим методом в субстрате, а в 0,1 норм. серной кислоте титрованием 0,1 норм. щелочью.

Опыт 4. Продолжительность — пять дней.

Весь азот в субстрате . . . . .	14,0 мг
Количество углекислоты, выделенной за все время . . . . .	2 630,2 „
Аммиака в субстрате . . . . .	0,0 „
„ в 0,1 норм. серн. к. . . . .	0,0 „
Количество азота и аммиака в контрольном сосуде . . . . .	0,0 „

Опыт 5. Продолжительность — семь дней.

Весь азот в субстрате . . . . .	20,2 мг
Количество углекислоты, выделенной за время . . . . .	3 672,5 „
Аммиака в субстрате . . . . .	0,0 „
„ в 0,1 норм. серн. к. . . . .	0,0 „
Количество азота в 0,5 см <sup>3</sup> эмульсии . .	0,3 „
Количество азота и аммиака в контрольном сосуде . . . . .	0,0 „

И в данном случае аммиак не был обнаружен. На основании произведенных экспериментов можно сделать вывод, что при усвоении молекулярного азота микробом *Azotobacter chroococcum* аммиак не образуется и в субстрате не накапливается.



## К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ РАСТЕНИЯ НА УСВОЕНИЕ СВОБОДНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ.

(Бактериолог. лабор. им. Н. Н. Худякова, Т. С.-Х. А.).

*Эта работа является частичным осуществлением плана, предложенного мне моим дорогим учителем, покойным профессором Николаем Николаевичем Худяковым.*

Вопрос о влиянии высшего растения на деятельность свободно живущих азотоусвояющих микроорганизмов получил в работах Трюффо и Бессонова со стерильными культурами такую формулировку.

Усвоение азота азотфиксирующими микробами (*Clostridium Pasteurianum*) в стерильной культуре в отсутствии органического вещества идет за счет корневых выделений растения.

Количество последних вполне достаточно для обеспечения растения азотом в усвояемой форме<sup>1)</sup>.

С. П. Костычев, изучая почвы южного берега Крыма, построил, исходя из опыта Трюффо и Бессонова, теорию азотного баланса для почв, занятых длительной монокультурой табака.

Эта теория предполагает устойчивость и даже увеличение запасов азота в почве за счет деятельности азотфиксаторов — деятельности, стимулируемой присутствием культивируемого растения и достигающей необычайно сильного развития при многолетней культуре табака.

---

<sup>1)</sup> La science du sol, Annales de lab G. Truffaut, Mars 1925. Не вдаваясь в обсуждение результатов, полученных Т. и Б., упомянем только, что против них имеются некоторые возражения, а в последнее время и фактический материал по вопросу о формах фиксируемого азота.

Костычев работал путем сравнительного изучения делянок, различного времени находившихся под культурой табака <sup>1)</sup>, и непосредственный эксперимент у него отсутствует.

Между тем чрезвычайно интересно проследить влияние высшего растения на фиксацию азота непосредственно в почве, учитывая, что почвенная микрофлора должна оказывать влияние как на самое растение, так и на использование фиксируемого азота.

Наиболее целесообразным путем в этом отношении являлась бы постановка опытов в поле или вегетационном сосуде.

Настоящая работа и является попыткой проследить влияние высшего растения (хлопчатника) на усвоение азота в естественных почвенных условиях.

В природе можно найти чрезвычайно выгодные условия для постановки опытов такого рода.

Так, целинные почвы Туркестана, будучи богаты *Clostridium Past.*, большею частью совершенно стерильны относительно *Azotobacter*'а (доклад М. М. Кононовой на III Всесоюзном съезде ботаников), и целина, будучи перенесена в вегетационный сосуд, при поливке дистиллированной водой, может сохранять эту стерильность.

Таким образом можно получить своеобразные „частично стерильные“ культуры — культуры, стерильные относительно *Azotobacter*, с естественной почвенной микрофлорой.

К сожалению, подобных девственных целинных почв, абсолютно стерильных относительно *Azotobacter*'а близ Ак-Кавакской станции нет.

Поэтому настоящий опыт (необходимо это подчеркнуть) был поставлен с почвой, которая непосредственно на элективной среде колоний *Azotobacter*'а не давала, но, после внесения маннита или декстрина, *Azotobacter* появлялся в большом количестве (табл. 1).

---

<sup>1)</sup> Нужно отметить, что почвы, взятые С. П. Костычевым для сравнения, настолько разнятся по механическому составу и содержанию карбонатов (см. стр. 9 и 12 Трудов отд. с.-х. микробиологии Г. И. О. А.), что является сомнение, можно ли их считать производными одной и той же почвы, измененной лишь длительной культурой табака.

Если количество гумуса и общего азота могло возрасти за счет деятельности азотфиксаторов, то за счет чего могло произойти такое резкое изменение механического состава и содержания карбонатов?

Таблица 1.

Проба качеств по Реми:		Azotobact. в ‰ на кремн. пласт.	Azotobact. в ‰ после внесения декстрина	Потенциаль- ное усвоение N на чашку за 7 дней
на Clostrid.	на Azotob.			
++	—	1	57	0,5

Из этой таблички видно, что из азотоусвояющих микробов присутствовал *Clostridium* (энергичное развитие на жидкой элективной среде), *Azotobacter* же на жидкой среде не выростал, на кремневых пластинках обнаруживался из десяти раз один, и то 1—2 колонии на чашку.

При внесении в почву 1% декстрина количество колоний сильно возрастало (через 20 дней—57 колоний на 100).

Следовательно *Azotobacter* в нашей почве не отсутствовал абсолютно.

Однако без внесения декстрина *Azotobacter* в течение всего нашего опыта, очевидно, не размножался, так как в конце опыта, как и в начале, обычным методом элективных культур его почти нельзя было обнаружить (табл. 5, стр. 128), так что усвоение азота в этой почве могло идти лишь за счет *Clostridium Past.*, которым почва была очень богата.

Заражая часть сосудов культурой *Azotobacter chroococc.*, мы получали наряду с почвами, где, при наличии *Clostridium*, *Azotobacter*'а почти не было, почвы, где наряду с *Clostridium* был *Azotobacter* в большом количестве (100‰ колоний на кремневых пластинках).

Высевая же в сосуды — зараженные и незараженные — растение, мы могли путем учета количества общего азота в исходной почве и в конце опыта проследить энергию усвоения азота:

- 1) в почве незараженной —
  - а) в присутствии растения и
  - б) без него;
- 2) в почве зараженной:
  - а) в присутствии растения и
  - б) без него.

Кроме того та же схема была повторена с внесением в почву декстрина, для сравнения энергии накопления азота в присутствии готового энергетического материала.

Таким образом схема опыта была следующей.

Схема опыта.

Сосуд №	1 — Почва (исходная)	незараженная, 60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	полн. вл.	} Без растений.
„ №	2 — „	зараженная Azotobacter'ом	60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> „ „	
„ №	3 — „	незараженная + декстрин	60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> „ „	
„ №	4 — „	зараженная Azotobacter + + декстрин . . . . .	60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> „ „	
„ № 5 и 6 —	„	незараженная . . . . .	60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> „ „	} С растением.
„ № 7 и 8 —	„	зараженная Azotobacter .	60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> „ „	
„ № 9 и 10 —	„	незараженная + декстрин	60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> „ „	
„ № 11 и 12 —	„	зараженная Azotobacter + + декстрин . . . . .	60 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> „ „	

Работа была выполнена на Ак-Кавакской опытной оросительной станции, близ Ташкента.

Считаю своим долгом принести благодарность директору станции М. Ф. Перескокову за содействие при постановке опыта.

Почва для опыта (серозем) была взята с высокого бугра (берег Боз-су на территории станции), повидимому, никогда не орошавшаяся с глубины 5—20 см.

Дерновый горизонт предварительно сбрасывался.

Затем почва разбивалась, и на частом грохоте отделялись крупные комки и корни.

После перемешивания были сделаны некоторые определения, характеризующие почву с химической и биологической стороны (табл. 1 и 2).

Таблица 2.

Гигроск. вода в %	Влажность в %	N нитратн. в мг. на кг	NO <sub>3</sub> накопл. 50 г почвы за 20 дней		N общий в %
			за счет своего N	за счет N внесенного	
1,9	32,4	1,6	1,1	44,0	0,049

Реакция почвы Р<sub>Н</sub> — 8,1, почва сильно карбонатна (около 10% СаСО<sub>3</sub>).

Таким образом видно, что почва, взятая для опыта, была чрезвычайно бедна азотом как общим, так и минеральным.

Набивка сосудов была произведена 14 июня.

Размер сосудов 50 × 30 см.

Количество почвы — 12 кило на сосуд. Увлажнение — дистиллированной водой<sup>1)</sup>. Там, где надо было вносить декстрин, вместо воды почва увлажнялась 1% -ным раствором декстрина (стер. 110°).

В сосудах, подлежащих заражению, почва увлажнялась водой, в которой была разболтана культура *Azotobacter chroococcum* с кремневой пластинки<sup>2)</sup>. Посев произведен на следующий день.

Семена хлопчатника, сорт Кинг, намачивались 1½ дня и высевались по 8 штук в сосуд.

Сверху насыпался слой прокаленного кварцевого песка<sup>3)</sup>.

Сосуды, одетые в чехлы из кошмы, для предохранения от накаливания, были перенесены на площадку для вегетационных опытов, где поставлены в арычную траншею, по дну которой ежедневно протекала вода для охлаждения сосудов.

Сосуды наливались снизу и сверху поочередно и, по доведении до 60% от полной влагоемкости, поливались каждые 2—3 дня до постоянного веса.

Всходы появились через три дня во всех сосудах одновременно. После прореживания оставлено по два растения на сосуд.

Сосуды, получившие 1% -ный раствор декстрина, получали таковой в течение 2 недель, и за это время было дано на каждый сосуд в сумме по 54 г, т. е. 0,45% от веса почвы. Затем дача декстрина была прекращена в виду сильного страдания растений (пожелтение, остановка в росте).

После этого поливка производилась дистиллированной водой. Хотя после прекращения дачи декстрина растения и не погибли, но они почти не развивались.

Растения в сосудах без декстрина зацвели и заложили по 3—4 коробочки на растение, но вызреть последние не успели.

Вообще растения развивались довольно слабо<sup>4)</sup>, и различия между сосудами зараженными и незараженными внешне не отмечалось.

Убранные через 4 месяца, они дали такой вес вегетативной массы<sup>5)</sup> (табл. 3).

---

1) Дистиллированная вода употреблялась в виду того, что арычная вода является источником заражения *Azotobacter* 'ом.

2) 3-дневная культура получена заражением студня почвой с культурно-поливной делянки. Количество вносимого с культурой азота, 7 мг на чашку при распределении на 12 кг почвы, является количеством неучитываемым.

3) Внизу для дренажа также насыпался слой песка.

4) Слабое развитие хлопчатника могло зависеть от следующих причин: поздний посев (14/VII), малый размер сосуда, взятый по необходимости, и, наконец, может-быть, наиболее существенное, — чрезвычайная бедность почвы азотом. К сожалению, контроля с азотистым удобрением поставлено не было.

5) Растения снимались с главным корнем, мелкие корешки оставались в почве.

Таблица № 3.

Урожай хлопчатника  
(среднее из 2 параллельных сосудов).

№№ сосудов	5 и 6	7 и 8	9 и 10	11 и 12
Вес сырой массы . . .	29,7	33,2	7,5	9,3
„ сухой массы . . .	9,5	9,6	2,9	3,4

Отсюда видно, что урожай был очень мал и заражение почвы *Azotobacter*'ом на растении не отразилось.

Почва из сосудов вынималась, при чем отделялся верхний и нижний слой песка.

После тщательного перемешивания были взяты пробы для определения *Azotobacter*, *Clostridium* и нитратов, а остальная почва высушивалась на листах бумаги.

Затем из каждого сосуда, после вторичного перемешивания, брались пробы в 500 г, откуда, уже после растирания и просеивания через сито в 0,25 мм, брались навески для определения общего азота.

За время вегетационного периода (4 месяца) из сосудов без растений (№№ 1, 2, 3 и 4) два раза брались пробы для контроля над распространением в почве азотфиксаторов, гл. обр. *Azotobacter chr.*

Результаты анализа этих проб, а также взятых при ликвидации опыта, привожу ниже (табл. 4).

Качественное испытание на *Clostrid. Pasteur.* в жидкой элективной среде во всех пробах дало ++.

Таблица 4.

*Azotobacter* на кр. пластинках в ‰

Срок взятия проб.	Сосуды без растений				Сосуды с растением							
	№№ сосудов				№№ сосудов							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
27 февраля	3	100	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—
19 августа	5	100	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—
При ликвидации оп.	4	100	100	100	0	1	100	100	100	100	100	100

Отсюда видно, что в незараженных сосудах без декстрина, как с растением, так и без него (сосуды №№ 1, 5 и 6), размножение *Azotobacter*'а методом кремн. пластинок ловить было нельзя.

Все сосуды, зараженные *Azotobacter*'ом, а также сосуды незараженные, но с декстрином, дали на кремневых пластинках 100% колоний.

Потенциальное усвоение азота, испытанное для почв сосудов без растения (№№ 1, 2, 3 и 4), дало результаты, находившиеся в полной увязке с вышеприведенными данными о распространении *Azotobacter*'а в сосудах.

Ниже привожу данные усвоения азота одним г почв, рассеянных на кремневых пластинках (диам. — 15 см, количество маннита — 1 г).

Таблица 5.

Азот в мг, усвоенный на 1 чашку за 7 дней.

Срок ваят. пробы.	№№ сосудов.	Исх. почва.	1	2	3	4
			19 авг. . . . .	0,5	0,5	4,3

Количество общего азота в сосудах определялось сжиганием по методу Кьельдаля, так как нитраты были обнаружены в очень малом количестве в сосудах без растения; под растением их вовсе не было (см. табл. 6).

Таблица 6.

Нитратный азот в культурах.

№№ сосудов.	1	2	3	4	5 и 6	7 и 8	9 и 10	11 и 12
Н нитратн. .	2,6	3,8	2,4	4,0	0	0	0	0

Такие количества нитратов восстанавливаются при сжигании по Кьельдалю и не могли внести погрешности в определения азота.

Навеска для сжигания — 10 г почвы, просеянной через сито в 0,25 мм. Количество параллельных определений для каждого образца не меньше 2 (иногда 4—5).

Полученные результаты привожу в нижеследующей таблице (табл. 7).

Таблица 7.

## Общий N в почве и в растении.

№№ сосудов	Почва	N в. см <sup>3</sup> . связ. Колич. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10 NH <sub>3</sub> на 10 г абс. почвы	Количество общ. N в мг.						
			на 10 г абс. почвы	то же, среднее из неск. опред.	на 1 г сухой массы растен., средн. из 2	на все растение	взято растением из расч. на 10 г абс. почвы	в почве взято растением из расчета на 10 г абс. почвы	среднее из 2 парн. сосудов.
	Исходная	3,55 3,45 3,60	4,95 4,80 5,00	4,90	—	—	—	4,90	4,90
Без растения	1 Незараженн.	3,65 3,50 3,40	5,10 4,90 4,80	4,95	—	—	—	4,95	4,95
	2 Зараженная	3,55 3,55 3,55	4,95 4,95 4,95	4,95	—	—	—	4,95	4,95
	3 Незараженн. + декстрин	3,80 3,80	5,30 5,30	5,30	—	—	—	5,30	5,30
	4 Зараженная + декстрин	3,90 3,85 4,10	5,45 5,40 5,70	5,55	—	—	—	5,55	5,55
С растением	5 Незараженн.	3,60 3,60 3,65	5,05 5,05 5,10	5,05	12,90	121,0	0,10	5,15	5,20
	6 Незараженн.	3,65 3,70 3,60	5,10 5,20 5,05	5,10	13,45	130,5	0,11	5,20	



№№ сосудов	Почва	N Колич. $H_2SO_4$ $\frac{N}{10}$ $NH_3$ на 10 г абс. сух. почвы	Количество общ. N в мг					
			на 10 г абс. сух. почвы	то же, среднее из неск. опред.	на 1 г сухой массы растен., средн. из 2	на все растение	взято растением из расч. на 10 г абс. сух. почвы	в почве + взято растением из расчета на 10 г абс. сух. почвы
С растением	7 Зараженная	3,75	5,25	5,25	13,80	131,0	0,11	5,35
		3,70	5,20					
		3,75	5,25					
		3,75	5,25					
	8 Зараженная	3,75	5,25	5,25	13,30	131,0	0,11	5,35
		3,70	5,20					
		3,90	5,45					
	9 Незараженн. + декстрин	3,80	5,30	5,30	14,45	40,5	0,03	5,35
		3,80	5,30					
		3,80	5,30					
	10 Незараженн.	3,70	5,20	5,35	14,90	44,7	0,04	5,40
		3,80	5,30					
4,00		5,60						
11 Зараженная + декстрин	3,80	5,30	5,45	16,25	48,7	0,05	5,50	
	3,95	5,55						
Зараженная + декстрин	3,95	5,55	5,55	17,10	65,0	0,06	5,60	

Цифры, полученные при сжигании навески почвы в 10 г, мы не считали возможным перечислять ни на кило, ни на сосуд, так как возможные ошибки определения возросли бы при этом слишком сильно. Поэтому все перечисления (напр. количества азота, взятого из почвы растением) сделаны на 10 г абс. сухой почвы.

Разницы в количестве общего азота выражаются десятными долями миллиграмма (при пересчете на кило они бы выражались десятками миллиграммов!), но, принимая во внимание точность метода и большую устойчивость данных, мы можем, не придавая особого значения количеству, отметить некоторые определенные тенденции.

Ниже помещаю сводную таблицу 8.

Таблица 8.

Накопление азота в почве (за 4 месяца).

№№ сосудов	Почва	Н в мг на 10 г абс. сух. почвы	Прирост общ. Н в мг на 10 г абс. сух. почвы	Прирост общ. Н в % к перво- началь- ному
Без растений	Исходная . . . . .	4,90	—	—
	1 Незараженная . . . . .	4,95	0	0
	2 Зараженная . . . . .	4,95	0	0
	3 Незараженная + декстрин . . . . .	5,30	0,35	7
	4 Зараженная + декстрин . . . . .	5,55	0,60	12
С растением	5—6 Незараженная . . . . .	5,20	0,25	5
	7—8 Зараженная . . . . .	5,35	0,40	8
	9—10 Незараженная + декстрин . . . . .	5,35	0,40	8
	11—12 Зараженная + декстрин . . . . .	5,55	0,60	12

Почвы сосудов незараженных, как то показал бактериологический анализ в конце опыта, могли накапливать азот за счет *Clostridium Past.*

Почвы сосудов зараженных могли накапливать азот за счет совместной работы *Clostridium Past.* и *Azotobacter chr.* Исключение представляли сосуды незараженные, но с внесением декстрина, где *Azotobacter* также присутствовал в большом количестве.

Как видно из таблицы, в отсутствии растения накопление общего азота шло лишь при внесении декстрина (сос. №№ 3

и 4), при чем сильнее в сосуде, зараженном культурой *Azotobacter* (12% от начального азота почвы). В сосудах без декстрина накопления азота не наблюдалось даже при заражении.

В сосудах, где вегетировало растение, накопление азота всюду было очень значительно.

Сосуды с декстрином накапливали азот, как и нужно было ожидать, сильнее (8 и 12% от начального). Но и без декстрина фиксация азота вполне уловима.

Интересно, что в сосудах незараженных, где фиксация азота шла, можно считать, за счет одного *Clostridium*, она также очень высока — 5% от начального азота, в то время как в зараженных сосудах, при работе *Clostridium* + *Azotobacter*, азот почвы возрос на 8%.

Таким образом в нашем опыте *Clostridium Past.* играл большую роль в усвоении свободного азота.

Если сравнить накопление азота в сосудах с растением и без такового, то мы имеем следующее (см. табл. 9):

Таблица 9.

Накопление азота в присутствии и отсутствии растения.

Сосуды	N в мг на 10 г абс. сух. почвы				Разница в количестве общ. N в мг на 10 г абс. сух. почвы	Разница в колич. общ. N в % на 10 г абс. сух. почвы
	Сосуды с растением			Без раст.		
	Содерж. в почве	Взято растением	В сумме	Содерж. в почве		
Незараженные . . . . .	5,10	0,10	5,20	4,95	0,25	5
Зараженные . . . . .	5,25	0,10	5,35	4,95	0,40	8
Незараженные + декстрин . . . . .	5,30	0,04	5,35	5,30	0,05	1
Зараженные + декстрин.	5,50	0,06	5,55	5,55	0	0

Таким образом в присутствии растения фиксация свободного азота в почве шла энергичнее. Это наблюдалось как при работе одного *Clostridium* (сосуды незараженные), так и при совместной работе *Clostridium* и *Azotobacter* (сосуды зараженные).

В присутствии декстрина усвоение азота шло гораздо сильнее, но одинаково как в присутствии растения, так и без него.

Результаты настоящего опыта вкратце сводятся к следующему:

1. В присутствии растения (хлопчатника) фиксация свободного азота в почве протекала энергичнее, чем без растения.

2. Совместная работа *Clostridium Past.* и *Azotobacter chroococc.* дала больший прирост азота, чем работа одного *Clostridium Past.*; однако в данном опыте *Clostridium* играл значительную роль в усвоении свободного азота почвой.

3. При внесении в почву энергетического материала (декстрина) растение на усвоение свободного азота не влияло.

---

## ИЗ ОБЛАСТИ ПИТАНИЯ И ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ.

Классическим примером симбиоза высших растений с микроорганизмами является симбиоз, который существует у бобовых растений и клубеньковых бактерий. *Vas. radicola*, давая высшему растению азотистое питание, взамен этого получает от бобового растения энергетический материал — углеводы. Этот симбиоз является в высшей степени целесообразным, так как все физиологические процессы здесь происходят внутри клетки; другая картина получилась бы в том случае, если бы бобовые растения выделяли углеводы в наружный раствор и клубеньковые бактерии жили вне клетки корня, — тогда неизвестно, какое количество энергетического материала получили бы клубеньковые бактерии, так как в почве находится слишком много конкурентов, которые могут предъявить свои права на получение углеводов. §

Так большинство биологов представляли связь между высшими растениями и микроорганизмами до появления опытов Бессонова <sup>1)</sup> с кукурузой и *Clostridium Pasteurianum*. Бессонов, ставя опыты в стерильных условиях по методу Шулова <sup>2)</sup>, нашел, что кукуруза, в случае заражения питательного раствора смесью фиксирующих азот бактерий, развивалась довольно сильно, несмотря на то, что он в питательный субстрат не вносил минерального азота.

Для того, чтобы показать влияние заражения питательной смеси на развитие кукурузы, приведу урожайные данные (для кукурузы), полученные им в течение лета (см. табл. № 1).

<sup>1)</sup> *Bezonoff N. Fixation de l'azote gazeux par des plantes supérieures autres que les légumineuses, 1925.*

<sup>2)</sup> *Шулов И. Исследования в области физиологии питания высших растений, 1913.*

Таблица 1.

Урожай кукурузы, выросшей в стерильных и нестерильных условиях на смеси Мазé в водно-песчаных культурах.

Условия опыта	Урожай кукурузы			Время вегет.	N в конце опыта:		
	стебли	корни	всего		в среде	в ра- стении	всего
Стерильн. . . .	1,4	1,2	2,6	—	—	—	—
Высеяна 20/VI, заражена 27/VI.	72,0	69,0	141,0	88	190,2	394,8	585
Высеяна 20 VI, заражена 19/VII.	38,0	30,0	68,0	82	52,7	170,1	222,8
Высеяна 9/VII, заражена 23/VII.	5,0	5,0	10,0	—	133,0	25,7	158,7

Рассматривая результаты, полученные Бессоновым, мы видим, что кукуруза дает высокий урожай без внесения азота в питательную смесь. Так как из бактерий, внесенных в субстрат, развился только *Cl. Pasteurianum*, то рост кукурузы происходил, повидимому, за счет того азота, который связывался *Cl. Pasteurianum*, а последний развивался под растениями за счет углеводов, продуцируемых корнями кукурузы. Эти опыты очень убедительны по своему эффекту и прекрасным фотоснимкам, но в основе своей имеют несколько неясных моментов.

Самая главная неясность — это механизм связывания молекулярного азота у *Cl. Past.* До настоящего времени мы привыкли думать, что азот, связанный микроорганизмом, сразу переходит в органическую форму и для освобождения его тело бактерий должно подвергнуться процессам минерализации<sup>1-2)</sup>. Но эта неясность блестяще разрешена исследованиями С. П. Костычева<sup>3)</sup>, который показал, что первым продуктом усвоения у *Azotobacter agile* является аммиак, потом аминокислоты, из которых бактерии синтезируют белок. Аммиак и аминокислоты появляются вне клетки азотобактера. Согласно

<sup>1)</sup> Lipman J. New Jersey St. Agr. Exp. Stat. 26, ann. rep. 1907.

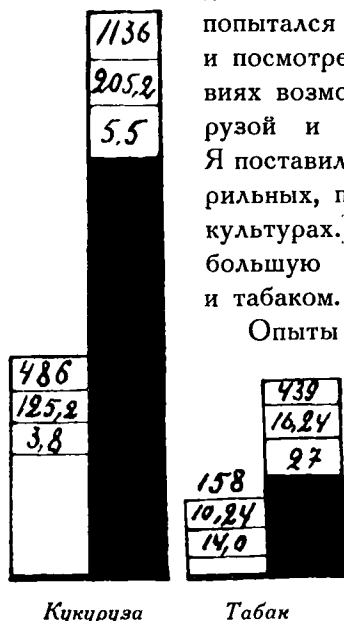
<sup>2)</sup> Heinze. Centralbl. f. Bact., 12, 43, 1904.

<sup>3)</sup> Костычев С. Труды отд. с.-х. микроб. при Г. И. О. А. т. I, 1926.

этой теории, становится ясным, почему в опытах Бессонова кукуруза развивалась без предварительного внесения минерального азота в среду.

В виду того, что наблюдения Бессонова над кукурузой и Костычева над табаком должны бы внести громадные изменения в построение севооборотов и вызвать новую оценку минеральных удобрений, я, по заданию покойного Н. Н. Худякова и с разрешения Д. Н. Прянишникова,

попытался углубить, расширить этот вопрос и посмотреть, во всех ли климатических условиях возможен симбиоз между табаком, кукурузой и фиксирующими азот бактериями. Я поставил довольно обширные опыты в стерильных, песчаных и почвенных нестерильных культурах. В этом обзоре я приведу только небольшую часть своих опытов с кукурузой и табаком.



Опыты в стерильных условиях расчленились на четыре раздела: 1) опыты по учету корневых выделений под табаком и кукурузой; 2) опыты с кукурузой в водных стерильных культурах; 3) опыты в водно-песчаных культурах по методу Бессонова; 4) опыты в песчаных стерильных культурах.

Кукуруза

Табак

Диаграмма № 1.

Количество органического вещества продуцируемого корнями табака и кукурузы.

Для того, чтобы знать, каким запасом энергетического материала могут располагать азотфиксирующие бактерии под кукурузой и табаком, я в стерильных

условиях изучал динамику корневых выделений в течение периода вегетации. У меня в опыте были сменные и бессменные растворы. Сменные растворы я менял в течение лета семь раз. Результаты представлены в диагр. № 1 и 2 и табл. № 2.

Эти четыре столбика представляют суммарное количество органического вещества, продуцируемого корнями табака и кукурузы. Темные столбики выражают абсолютное количество органического вещества для сменных, а светлые — для бессменных растворов. Верхняя цифра на всех столбиках дает абсолютное количество органического вещества, выде-

Динамика корневых выделений у табака и кукурузы.

Таблица 2.

Стадии роста	Сменные растворы: продуцировано орг. вещества в мг:		Кукуруза вы- делала на 1 ? урожая орг. вещества в мг	Табак вы- делал на 1 ? урожая орг. вещества в мг	Бесменные растворы	
	кукуруза	табак			Кукуруза выделала на 1 ? урожая орг. вещества в мг	Табак вы- делал на 1 ? урожая орг. вещества в мг
Появление и рост листьев . . . . .	148	52	} $\frac{1\ 136}{3} = 5,5$	} $\frac{439}{16,24} = 27$	$\frac{486}{125,2} = 3,8$	$\frac{158}{10,24} = 14$
Усиленное формирование листьев . . . . .	172	64				
Полное формирование листьев . . . . .	200	92				
За неделю до цветения . . . . .	387	115				
Полное цветение . . . . .	285	63				
Формирование зерна . . . . .	186	59				
Молодочная спелость . . . . .	157	41				
Всего выделено за период роста . . . . .	1 136	486	—	—	486	158



ляемого корнями от посева до созревания растений, вторая цифра выражает урожай в г, третья — количество органического вещества, выраженного в мг на 1 г урожая.

Следя за ходом кривой, характеризующей динамику корневых выделений, видим, что рост экзосмоса увеличивается до наступления цветения, а потом, в связи с наступлением старения растений, количество энергетического материала падает как в сменных, так и в бессменных растворах. В сменных растворах под табаком и кукурузой корневых выделений получается больше, чем в бессменных растворах. Значит, под кукурузой

Условные обозначения:

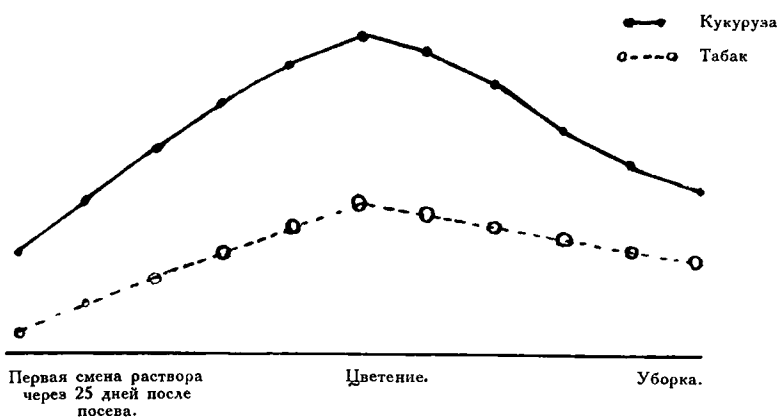


Диаграмма № 2.

Динамика корневых выделений у табака и кукурузы.

Cl. Past. мог располагать 1 136 мг органического вещества, а под табаком 486 мг. В этом опыте не произведено разделения органического вещества на фракции — углеводы и органические кислоты. Учитывая общее количество корневых выделений в сменных и бессменных растворах, я хотел показать разницу в силе экзосмоса корневых выделений в разных условиях развития растений. Конечно, продукция корневых выделений в естественных условиях значительно выше, чем в стерильных условиях, вследствие непрерывного раздражения, которое производят микроорганизмы на молодые ткани корня. Повидимому, микроорганизмы от растения за период роста получают больше энергетического материала, чем мы нашли в своих опытах. Когда мы установили, какое количество органического вещества выделяют растения в стерильных усло-

виях, а это также найдено и другими исследователями <sup>1, 2, 3)</sup>, мы поставили опыт с кукурузой в водных культурах и получили такие результаты:

Таблица 3.

Урожай кукурузы в водных стерильных культурах.

№№ сосудов	Схема опыта	Урожай в г	Связано азота в мг в субстрате
1—3	Питат. смесь Mazé . . . . .	25,41	—
4—6	„ „ без N . . . . .	6,25	—
7—9	„ „ „ N, но с Cl. Past. . . . .	6,25	—
10—12	„ „ „ N, но с 0,1% глюкозы и Cl. Past. . . . .	7,44	52
13—15	„ „ „ N, но с 0,15% глюкозы и Cl. Past. . . . .	7,06	78

Рассматривая урожайные данные кукурузы, мы видим, что во всех случаях получается почти одинаковый урожай; что же касается содержания азота в среде, то в сосудах, куда была внесена глюкоза и произведено заражение питательной смеси Cl. Past., связывание молекулярного азота происходило, но он переводился бактериями в органическую форму и являлся недоступным для кукурузы. В сосудах, зараженных Cl. Past., но не получивших энергетического материала, хотя и шло усвоение азота за счет корневых выделений кукурузы, но общее количество его было довольно незначительно, а потому я не решаюсь даже и приводить этих цифр.

Таким образом, опыты с Cl. Past. в водных культурах показали, что хотя усвоение молекулярного азота и происходит в среде, богатой энергетическим материалом, но этот азот находится в довольно стойкой форме и недоступен как азотистое питание для кукурузы.

Так как в водных культурах кукуруза, несмотря на усвоение азота Cl. Past., не развивалась нормально, то мне хотелось поставить опыт в водно-песчаных условиях для того,

<sup>1)</sup> Mazé. Annales de l'Institut Pasteur, T. 25, 1911.

<sup>2)</sup> Lyon T. L. a. Wilson I. K., Corn. Univ., Exp. St. mem., 40, 1919.

<sup>3)</sup> Knudson L., Amer. Journ. Bot., 7, 1920.

чтобы установить лучший контакт между азотфиксирующими бактериями и корнями кукурузы. Результаты этого опыта представлены в следующей таблице:

Таблица 4.

Урожай кукурузы, выросшей в водно-песчаных культурах.

№№ сосудов	Схема опыта	Урожай	Связано азота в мг
1—3	Норм. культуры (полная смесь Mazé)	24,29	—
4—6	„ „ без N . . . . .	5,85	—
7—9	„ „ „ N, но зараж. Cl. Past. . . . .	7,86	12
10—12	„ „ „ N, но с 0,1% гл. Cl. Past. . . . .	7,95	62
13—15	„ „ „ N, но с 0,15% гл. и Cl. Past. . . . .	7,74	81

Этот опыт в течение лета проведен два раза; так как в первом и во втором случае получились одинаковые результаты, то я приведу только данные первого опыта.

Урожай в сосудах с Cl. Past. несколько выше, чем в стерильных сосудах. Это повышение наблюдалось в первом и во втором опыте, но оно так незначительно, что на основании прибавки в два грамма трудно говорить, что мы в этом опыте имеем усвоение кукурузой азота, связанного азотфиксирующими бактериями.

Для того, чтобы не вводить кислорода в питательный раствор и не парализовать жизнедеятельности Cl. Past., жидкая часть питательного раствора не продувалась в течение всего периода роста, так как кукуруза, по моим данным <sup>1)</sup>, способна через надземный аппарат проводить молекулярный кислород, необходимый для дыхания корней. Правда, в опыте были сосуды, где раствор под растениями аэрировался в течение всего периода вегетации, но разница в урожае в случае продувания и непродувания раствора была очень незначительная. Развитие кукурузы, в случае заражения питательной смеси Cl. Past. в сосудах с энергетическим материалом, обычно приостанавливалось, когда в среде под растениями появлялась масляная кислота и другие продукты жизнедеятельности этого анаэроба. Я об этом говорю потому, что мне неясно, почему

<sup>1)</sup> Демиденко Т., Н. А. Ж., 1927.

в опыте Бессонова кукуруза развивалась в такой физиологически вредной среде, где *Cl. Past.* израсходовал много углеводов и образовал много масляной кислоты, которая должна бы погубить и кукурузу и азотфиксатора. Анализ питательного раствора после уборки урожая в водно-песчаных культурах показал, что в сосудах, не получивших предварительно углеводов, бактерии производили усвоение молекулярного азота, количество его достигало 10 мг на сосуд, но этот азот также не был доступен для кукурузы. В сосудах с глюкозой бактерии усваивали азот довольно энергично, но отдача его растениям не происходила, так как сами бактерии были видимо живы.

Таким образом, мои опыты с кукурузой, поставленные по методу Бессонова, показали, что хотя *Cl. Past.* и производит усвоение азота за счет углеводов, продуцируемых корнями кукурузы, но в очень незначительном количестве; при внесении углеводов в питательный раствор усвоение азота происходит довольно сильно, но отдача его растению была очень слабая.

Если *Cl. Past.* в водных и водно-песчаных культурах не отдавал связанного азота кукурузе (что также видно и из опытов Бессонова, который показал, что этот азот только наполовину становится доступным для кукурузы, а остальная часть находится в органической форме), то само собой разумеется, что Бессонов является сторонником того взгляда, что усвоение молекулярного азота у *Cl. Past.* связано с переводом его в органическую форму, а потому рост кукурузы, повидимому, происходил за счет азота, который получался в процессе автолиза тела бактерий.

Иное объяснение трудно дать, чтобы решить вопрос, почему кукуруза в опытах Бессонова дала такой прекрасный урожай.

Но если *Cl. Past.* в моих опытах не отдавал кукурузе своего азота, то крайне интересно было применить для заражения среды культуру *Azotobacter*'а, который, согласно теории Костычева, должен отдавать свой азот высшим растениям.

Из биологии *Azotobacter*'а известно, что для развития этого микроорганизма ему необходимы следующие условия: хорошая аэрация среды, нейтральная или слегка щелочная реакция питательного раствора, оптимальная влажность песка или почвы (50—60% от полной влагоемкости), высокое содержание Са и  $P_2O_5$  в растворе. Такие сведения дают нам новейшие исследования об азотобактере<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Костычев, С. Труды отд. с.-х. микроб. при Г.И.О.А., т. I, 1926.

Не оспаривая верности теории Костычева о механизме связывания азота у *Azot. agile*, я хотел узнать, будет ли происходить усвоение азота также у другой формы *Azot. chroococcum*. Опыт был поставлен в стерильных условиях в сосудах на 4 кг песка по такой же схеме, как и в прежних случаях. Заражение среды я производил двойко — сверху через семенную трубку и снизу через сифон для подачи воды.

Результаты опыта представлены в следующей таблице:

Таблица 5.

Урожай кукурузы, выросшей в песчаных культурах.

№№ сосудов	Схема опыта	Урожай	Связано азота в мг на сосуд
1—3	Питательная смесь Mazé . . . . .	32,11	—
4—6	„ „ без N . . . . .	7,18	—
7—9	„ „ „ N, но зараженн. <i>Azot. chr.</i> . . . . .	6,14	—
10—12	Питательная смесь без N, но с 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> гл. и <i>Azot. chr.</i> . . . . .	4,69	68
13—15	Питательная смесь без N, но с 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> манн. и <i>Azot.</i> . . . . .	5,11	72

Как и в опытах с *Cl. Past.*, растения развивались довольно ровно и хорошо до момента использования пластического вещества, находящегося в зерне, а потом остановились в росте, но достаточно было дать таким растениям самое незначительное количество минерального азота, как они сейчас же начинали очень быстро развиваться. Бактериологический анализ показал, что в сосудах с энергетическим материалом *Azot. chroococcum* развивается довольно сильно, точно также он не погиб и в сосудах без органического вещества. При реализации урожая учитывались только те растения, которые выросли в сосудах, где был один *Azot. chroococcum* в питательном субстрате. Если же сосуд заражался другими микроорганизмами, то он сейчас же выключался из опыта. Урожай показывает, что сосуды, зараженные и незараженные *Azotobact.*, дают всюду одинаковый эффект. Что же касается содержания связанного азота в питательном растворе, то оказывается, он имеется только в тех сосудах, куда вносили глюкозу и маннит.

Экономический коэффициент для азота по манниту выше, чем по глюкозе.

Значит, *Azot. chroococcum* так же, как и *Cl. Past.*, молекулярный азот при усвоении переводит в органическую форму. Если бы первым продуктом усвоения азота у *Azot. chroococcum* был аммиак, то кукуруза, конечно, могла бы поглощать его своими корнями и развивалась бы значительно лучше, чем в абсолютно стерильных сосудах, где не было минерального азота.

Пользуясь жидкими селективными средами для учета форм усвоенного молекулярного азота у *Azot. chroococcum*, я при питании этого микроорганизма маннитом и глюкозой ни разу не находил в среде аммиака и аминокислот; мне кажется, что если бы в естественных условиях аммиак и аминокислота появились вне клетки *Azotobacter*'а, то они использовались бы скорее другими организмами, чем самим *Azotobacter*'ом, и тогда является мало понятным, за счет каких продуктов бактерии синтезировали бы протеин. Кроме того трудно себе представить, за счет какого материала вне клетки *Azotobacter*'а могут появляться аминокислоты, так как из органических соединений у нас в среде имеется только маннит или глюкоза.

Для того, чтобы ускорить отдачу растениям связанного азота и приблизить свои опыты к полевым условиям, я поставил опыт в песчаных нестерильных культурах на фоне разных доз энергетического материала и с внесением его в разные сроки.

Результаты этого опыта представлены в таблице 6.

В опыте были табак и кукуруза; высаживались эти растения в разном возрасте, начиная от экземпляров, давших только клювик, и кончая месячными растениями. В каждый сосуд высаживали пять сортов по два экземпляра каждого сорта. Внося в опыт такое богатое сортовое разнообразие, я имел в виду, что среди этих сортов окажутся такие, которые будут продуцировать много углеводов в наружный раствор. Реакция раствора, влажность, аэрация и термические условия для табака, кукурузы и *Azotobacter*'а были представлены в *optimum*'е. Все внешние условия были благоприятны для развития растений, но они не развивались. Обычно, кукуруза, после того как израсходует пластический материал, находящийся в семени, сейчас же приостанавливается в росте. Химический и бактериологический анализ во время вегетации показал, что в сосуде с энергетическим материалом *Azot. chrooc.* усваивал молекулярный азот, но растению его не отдавал; если этим голод-

Таблица 6.

Урожай кукурузы, выросшей в песчаных культурах в нестерильных условиях.

№№ сосудов	Схема опыта	Урожай в г	Связано азота мг	
			под кукурузой	под табаком
1—4	Норм. культуры (смесь Mazé) .	65,48	—	—
5—8	” ” без N и без заражения . .	7,42	—	—
9—12	” ” без N, но зараж. Azotob. .	7,64	—	—
13—16	Период. азот. питание . . . .	59,74	—	—
17—20	Норм. смесь без N, но с 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> гл. и Azotob. . . . .	8,35	16	18
21—24	Норм. смесь без N, но с 0,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> гл. и Azotob. . . . .	8,64	19	21
25—28	Норм. смесь без N, но с 0,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> гл. и Azotob. . . . .	8,96	26	27
29—32	Норм. смесь без N, но с 0,3 <sup>1</sup> / <sub>0</sub> манн. и Azotob. . . . .	8,22	84	87
33—36	Норм. смесь без N, но с внесением глюкозы каждый день по 100 мг, зараж. Azotob. .	7,24	56	61
37—40	Норм. смесь без N, но с внесением маннита каждый день по 100 мг . . . . .	7,48	62	64
41—44	Норм. смесь без N, но с внесением 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> гл. и 1 г орган. кислот . . . . .	7,46	23	27
45—48	Норм. смесь без N, но с внесением 0,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> манн. и 1 г орг. кислот . . . . .	7,84	30	33
49—52	Норм. смесь без N, но с 0,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> гл. и 16 г стер. компоста . .	8,93	136	127
53—56	Норм. смесь без N, но с 0,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> гл. и 16 г нестер. компоста .	8,75	133	134

ным растениям дать самое незначительное количество азота, то они сразу начинают бурно развиваться, выбрасывая лист за листом.

Такие растения были у нас в сосудах №№ 13—16, которые периодически получали азотистое питание и, несмотря на то, что они несколько недель не получали азота, все же дали довольно высокий урожай. Но вообще при внесении глюкозы и маннита в питательный раствор нужно быть крайне осторожным и не надо давать всего количества сразу, так как энергетический материал используют не только бактерии, но и растения. Особенно сильно поглощает глюкозу кукуруза,

которая через неделю после потребления углеводов меняет окраску листы—вместо зеленых они делаются красно-фиолетовыми,—но достаточно дать таким растениям 10—20 мг минерального азота, и антоциан сейчас же исчезает, листва делается, зеленой и здоровой; азота нет в питательном растворе — листва сейчас же начинает краснеть, и вместо хлорофилла опять появляется антоциан. Поэтому в своих опытах во всех случаях я давал энергетический материал небольшими порциями.

Мало также помогает развитию растений прибавка к песку стерильного и нестерильного компоста. В сосудах, куда я внес разные дозы компоста, хотя и была прибавка в урожае, но она получилась за счет того минерального азота, который мы внесли вместе с компостом. Не было также положительного влияния на развитие кукурузы и табака от внесения в питательный раствор лимонной, винной и яблочной кислот, несмотря на то, что они, по мнению ряда исследователей, представляют собой прекрасный источник энергетического материала для азотфиксирующих бактерий.

Если мы обратимся к содержанию связанного азота в песке, то здесь получается та же картина, что и в стерильных условиях: *Azot. chroococc.* хотя и усваивает свободный азот, но не отдает его высшему растению, так как переводит его в органическую стойкую форму, что и находится в полном соответствии с данными Омелянского<sup>1)</sup> для этого вида *Azotobacter*'a.

Этот опыт показал, что *Azot. chroococc.* энергично усваивает под растениями молекулярный азот, если только в питательной среде находится энергетический материал—это во-первых; во-вторых, усвоенный азот переходит в органическую форму, и, в-третьих, во внешней среде мне не удалось обнаружить аммиак и аминокислоты, так как если бы они появлялись, то высшие растения могли бы легко усваивать их<sup>2)</sup>.

Уже давно известно, что для поднятия вирулентности азотобактера необходимо его провести через жирную почву или же прибавить небольшое количество почвы в среду<sup>3)</sup>.

Мне хотелось еще поставить опыты в почвенных культурах на фоне разных доз энергетического материала и с заражением этого субстрата азотфиксаторами и посмотреть, не будет ли в почве быстрее происходить распад тела этих микро-

<sup>1)</sup> Омелянский В. Л. Труды отд. с.-х. микроб. при Г.И.О.А., т. I, 1926.

<sup>2)</sup> Петров Г. Г. Усвоение азота на свету и в темноте высшими растениями. Москва, 1917 г.

<sup>3)</sup> Krzemieniowski S. Bul. de l'Acad. des Sciences de Crakovie 929, 1908.



организмов, чем в песке. Брать подзолистые почвы для учета влияния заражения почвы азотфиксаторами я не решился, так как органическое вещество их очень подвижно и быстро минерализуется, а потому на этих почвах растения развиваются вполне нормально даже без внесения азота. Но несколько иная картина получается в вегетационных опытах: если мы к чернозему не прибавим минерального азота,—растения получают предельные, карликовые и совсем не развиваются. Органическое вещество этих почв крайне медленно подвергается процессам минерализации. Этот факт был доказан обширными исследованиями Голубева <sup>1)</sup> и Гедройца <sup>2)</sup>, а потому мне казалось, что если черноземные почвы заразить азотобактером и внести разные дозы глюкозы и маннита, то табак и кукуруза должны развиваться лучше, чем в контрольных сосудах, так как в почве находится много микроорганизмов, которые должны частично переводить тело азотфиксаторов в минеральную форму и освобождать связанный азот. Но оказалось, что наши предположения не оправдались.

Для того, чтобы подтвердить сказанное, приведу урожайные данные для табака и кукурузы на Льговском черноземе.

Таблица 7.

Урожай табака и кукурузы на Льговском черноземе.

№№ сосудов	Схема опыта	Урожай в г:		Связано N мг	
		куку- рузы	табака	под куку- рузой	под таба- ком
1—4	Почва плюс 0,2% CaCO <sub>3</sub>	14,26	5,26	—	—
5—8	Известковые почвы плюс N . .	23,25	15,48	—	—
9—12	” ” ” KPN .	58,14	27,12	—	—
13—16	” ” ” KP .	16,26	7,94	—	—
17—20	Изв. почва плюс KP и 0,5% гл., субстрат заражен Azotob. . .	18,85	7,80	66	62
21—24	Изв. почва плюс KP и 0,5% манн., субстрат зараж. Azotob.	18,96	5,26	85	76
25—28	Изв. почва плюс KP и 0,5% гл. и маннита приб. орг. кисл., субстрат зараж. Azotob. . .	16,48	5,48	112	98
29—32	Изв. почва плюс KP и 0,5% гл. и маннита, прибавлено еще 16 г садового компоста, зараж. Azotob. . . . .	18,48	7,34	128	134

<sup>1)</sup> Голубев Б. Н. А. Ж., 1925.

<sup>2)</sup> Гедройц К. К. Почва как культурная среда для с.-х. раст., Бюл. 26, 1926.

Так как актуальная кислотность этого чернозема была равна  $6,8 P_H$ , то для создания более щелочной реакции мы прибавили к нему  $0,2\% CaCO_3$ , тогда реакция его достигла  $7,5 P_H$ . При такой реакции азотфиксаторы должны развиваться довольно энергично, но оказалось, что, в случае внесения в почву энергетического материала, всюду замечалось не улучшение в развитии растений, а даже ухудшение, — особенно слабо развивались растения в начале опыта. Органическое вещество, повидимому, вызывало денитрификацию в почве, или глюкоза и маннит поступали в растения и оказывали отрицательное влияние на их рост. Азотобактер во всех случаях при внесении в почву энергетического материала связывал азот, но этот азот, как и в песчаных культурах, прочно закрепляется бактериями, и растения не могут усваивать его. Значит, в черноземных почвах азотобактер, при хорошей аэрации, оптимальной реакции и влажности почвы, производит связывание азота, но этим азотом высшие растения не могут питаться, так как он находится в органической форме в теле бактерий.

На Смелянском черноземе мы поставили опыт уже с тремя растениями: табаком, кукурузой и горохом. На этой почве мы изучали усвоение азота на фоне разных доз маннита, глюкозы и декстрина; в опыте были также сосуды и с органическими кислотами — лимонной, винной и яблочной. Для того, чтобы показать, как прекрасно развиваются бобовые растения на черноземных почвах, зараженных клубеньковыми бактериями, я ввел в опыт горох, который прекрасно рос за счет молекулярного, а не почвенного азота, в то время как табак и кукуруза не росли, а прозябали.

Результаты опыта представлены в таблице № 8.

Рассматривая урожайные данные, видим, что горох всюду дал прекрасный урожай, растения испытывали угнетение только в тех сосудах, куда был внесен энергетический материал. В некоторые сосуды мы внесли  $KNO_3$ , однако горох мало реагировал на внесение азота, так как он не поглощал его. Что же касается влияния разных форм энергетического материала на развитие растений, то, оказывается, они в одинаковой мере отрицательно действовали на рост табака, кукурузы и гороха; всюду под растениями при наличии углеводов азотфиксаторы усваивали азот с переводением его в органическую форму.

Что касается экономии по использованию энергетического материала, то на этом черноземе наблюдалось, что

## Урожай кукурузы, табака и гороха на Смялянском черноземе.

№№ сосудов	Схема опыта.	Урожай в т:			Прибавка азота в м. под:		
		кукурузы	табака	гороха	кукурузой	табаком	горохом
1—6	Почва получила 0,2% CaCO <sub>3</sub> . . . . .	16,45	12,44	26,45	—	—	—
7—12	Известковая почва плюс N . . . . .	30,18	18,26	26,57	—	—	—
13—18	" " PK . . . . .	26,21	16,66	22,96	—	—	—
19—24	" " KPN . . . . .	52,41	23,54	33,19	—	—	—
25—30	" " 0,3% гл. и Azotob., без N . . . . .	12,21	8,27	23,64	96	89	99
31—36	" " 0,3 манн. и Azotob., без N . . . . .	12,55	9,44	22,21	102	91	122
37—42	" " 0,3% декстр. и Azotob., без N . . . . .	14,25	10,12	20,18	68	53	72
43—48	" " 0,3% гл., манн., декстр. и Azotob. без N . . . . .	13,64	10,14	23,42	56	48	58
49—54	" " 1% гл., ман., декстр. и 1% органических кислот плюс Azotob., без N . . . . .	11,42	8,46	19,36	148	136	164

на грамм глюкозы или маннита *Azotobacter* больше всего связывал азота под горохом, потом под кукурузой и, наконец, под табаком. Такое явление можно объяснить тем, что *Azot. chroocoss.* быстро израсходовал внесенный в почву энергетический материал, а потом пользовался углеводами, которые получал от растений, но так как горох лучше всего был развит, то бактерии могли и больше получить от него материала для своей жизнедеятельности. Так как на Смелянском черноземе кукуруза была развита значительно лучше, чем табак, то более высокие выходы азота на грамм затраченного энергетического вещества под кукурузой, повидимому, получались за счет большого количества углеводов, которые выделяла кукуруза в наружный раствор.

В этом опыте также не наблюдалось положительного влияния заражения почвы азотобактером на развитие табака и кукурузы. Я не буду приводить других опытов, поставленных мною с кукурузой и табаком на Шатиловском, Кубанском и Полтавском черноземе; скажу только, что на всех этих почвах на фоне энергетического материала усвоение азота азотфиксирующими бактериями происходило, но азот был в органической форме, а растения получались очень маленькие и тощие, так как они не могли использовать для своего питания этого азота.

Резюмируя кратко свои исследования, я прихожу к следующим выводам:

1. Табак и кукуруза в бессменных растворах отдают меньше углеводов и органических кислот, чем в сменных растворах; появление этих соединений под растениями в молодом возрасте, когда еще не происходит отмирания корневых клеток, а следовательно и выделения их содержимого в наружный раствор, объясняется различием в концентрации органических соединений внутри и снаружи молодой клетки.

2. Большинство растений выделяет органические соединения в наружный раствор до цветения, когда у них процессы ассимиляции достигают максимума и клетки часть своих ассимилатов отдают в наружный раствор.

3. Табак на грамм сухого вещества выделяет больше органических соединений, чем кукуруза.

4. Стерильные культуры с кукурузой, поставленные по методу Бессонова, с заражением питательного субстрата *Clostridium Pasteurianum*, дали незначительную прибавку урожая по сравнению с контрольными растениями; для табака также не удалось констатировать положительного влияния такого заражения.

5. Кукуруза в песчаных культурах, при заражении питательного субстрата *Azotobacter chroocoss.*, развивалась только до использования пластического вещества, находящегося в зерне, а потом приостановилась в росте; те растения, которые, кроме минеральных солей, получали еще глюкозу или маннит и заражались *Azotobacter chroocoss.*, развивались также слабо,—хотя связывание молекулярного азота и шло, но он переходил в органическую форму, недоступную для растений.

6. Песчаные, нестерильные культуры с табаком и кукурузой, поставленные на фоне разных доз глюкозы и маннита при оптимальной аэрации и слабо щелочной реакции питательной смеси, зараженной *Azot. chroocoss.*, показали, что растение, также как и в стерильных условиях, развивается слабо, несмотря на то, что бактерии связывали молекулярный азот в сосудах, куда был внесен энергетический материал.

7. При заражении черноземных почв чистой культурой *Azotobac. chroocoss.*, с прибавлением  $0,2 \text{ CaCO}_3$  и разных доз углеводов, мне не удалось наблюдать положительного влияния их на рост табака и кукурузы, хотя усвоение азота шло довольно энергично.

8. Если бы усвоение молекулярного азота у *Azotobac. chroocoss.* шло через аммиак и аминокислоты и эти продукты появлялись вне клетки микроорганизма, то растения, благодаря сильно развитой корневой системе, использовали бы некоторую долю этих соединений, но мои опыты в стерильных и нестерильных условиях показали следующее: во-первых, усвоение азота у *Azotobact. chroocoss.* происходит только в том случае, когда мы вносим в питательный субстрат энергетический материал; во-вторых, усвоенный азот *Azotobact. chroocoss.* переходит сразу в органическую форму, и, в-третьих, для освобождения его, тело микроорганизма должно минерализоваться до аммиака, который делается доступным, как источник азотистого питания, для высших растений.

В заключение считаю нужным выразить большую благодарность моим дорогим учителям покойному Н. Н. Худякову и Д. Н. Прянишникову за советы и указания, которые они мне давали во время выполнения этой работы; вместе с тем выражаю также свою благодарность А. Р. Миненкову, который давал мне очень ценные указания во время постановки опытов с азотфиксирующими бактериями, без его содействия я не мог бы провести всех этих опытов.

## ВОСПОМИНАНИЕ О СТУДЕНЧЕСКИХ ГОДАХ Н. Н. ХУДЯКОВА

(в Берлине и в Лейпциге с 1888 до 1894 г.)

Перевод с немецкой рукописи.

Любезному приглашению дать свои воспоминания о студенческих годах Н. Н. Худякова я охотно иду навстречу; при этом я имею в виду не только почтить память выдающегося коллеги, но также и дать воспоминания о прекрасном, своеобразном человеке и хорошем друге юности.

Мы познакомились ближе в 1892—94 годах в стенах Пфэфферовского института в Лейпциге, который в то время являлся центром изучения физиологии растений; в нем собирались в большом числе немецкие и иностранные молодые ботаники для изучения тайн экспериментальной техники Сакса-Пфэффера. Однако я позволю себе в своих воспоминаниях проникнуть в прошедшее еще на четыре года назад.

В зимнем полугодии 1888/89 г. посещал я в Берлине практикум микроскопической ботаники для начинающих Симона Швенденера, в том помещении во дворе института, выходящем на Доротеенштрассе, которое для современного ботаника кажется допотопным и мрачным, но от которого так и веет чем-то родным. Налево от меня было место Брика, а направо — Вельти, вот имена немногих коллег, оставшиеся в моей памяти.

Рано утром занятия начинались с того, что наш милый Вестермейер, работавший в качестве ассистента, распределял материал для исследования, затем начиналось разрезывание, наблюдение, зарисовка и напряженное ожидание момента, когда входил шеф, со своим располагающим „добрым утром“, для того, чтобы позаняться с каждым в отдельности. Но большинство рисунков принималось Швенденером немилостиво:

то рисунок был, хотя и хорош, но слишком схематичен, то стенки клеток оказывались слишком толстыми или же слишком тонкими, то окончания либриформных волокон недостаточно верно переданы, то, наконец, поперечный разрез сосудов не вполне удался. Лишь с одним тихим русским студентом, который сидел сзади нас, во втором ряду столов, дело шло иначе: его рисунки всегда одобрялись, в то время как рисунки большинства других горели в огне критики: „этим рисунком я доволен, в нем видно настоящее понимание“—такие или подобные похвалы нам приходилось выслушивать с известным, конечно, чувством зависти.

Те же сцены повторялись в следующем летнем семестре, когда я случайно встретился с тем же русским студентом, на этот раз в залитом солнцем помещении Сельскохозяйственной высшей школы на Инвалиденштрассе в Берлине, где Л. Кни, ассистируемый жизнерадостным Карлом Мюллером, вел практические занятия. И здесь он шел в большинстве случаев впереди других практикантов и мог, уже после немногих разрезов, продемонстрировать верхушечный рост у *Marchantia* и другие тайны истории развития растения, в то время как мы должны были удовлетворяться добродушной поговоркой Кни, что не следует терять присутствие духа, так как „ни один мастер не упал еще с неба“.

И на экскурсиях Ашерзона наш русский коллега показал себя также сильным во флористике и географии растений, обнаружив богатое знание растений. Как сейчас вижу я его, идущего рядом с Ашерзоном, вооруженного жестяной блестящей некрашенной ботанизированной, жутких размеров, или же опускающегося на землю для разыскивания ползком крошечных растений, запрятанных среди растительных зарослей.

Я едва ли знал тогда имя русского студента и сказал с ним лишь несколько слов. Мне вспоминается, что он говорил о том, что работает также по физиологии растений у Франка. В конце летнего семестра я покинул столицу и потерял его из виду, а скоро и совершенно забыл о нем.

Когда же я в 1892 г., в качестве ассистента Пфеффера, приехал в Лейпциг, мне, вскоре по моем прибытии, тамошними коллегами была показана приведенная здесь (см. стр. 20) группа доцентов, ассистентов и практикантов института; она относится к зимнему полугодю 1891 или к летнему полугодю 1892 года и висит, еще по-сейчас, на стене одной из рабочих комнат института. С первого же взгляда узнал я, к моему

удивлению, характерные черты моего знакомого русского из Берлина, с его вздымающимися к небу волосами, помещающегося налево от Пфедфера. Он был мне обозначен как Н. Худяков, и я узнал, что по окончании своего пребывания в Берлине, а затем в университете в Галле, он приехал в Лейпциг, чтобы там работать под руководством Пфедфера и получить докторскую степень. Он сам отдыхал в это время от последствий тяжелой болезни в семействе берлинского врача, у которого он жил в течение нескольких лет, но, я узнал из разговоров в институте, что он в течение двух семестров играл большую роль в жизни института и был не только ценным руководителем за его научное рвение, но являлся также общим любимцем благодаря своеобразию своей личности. Когда он вскоре после этого приехал, мы пожали друг другу руки, как старые знакомые и оставались друзьями в течение двух лет, после которых покинули Лейпциг, чтобы больше никогда друг с другом не встретиться.

Действительно, мимо этого своеобразного человека никто не мог пройти, не обратив на него внимания. Он имел склонность, как и многие другие ученые того времени, пренебрегать более, чем бы следовало, своей внешностью. Портной и парикмахер не могли многим от него поживиться. Он обладал одним единственным костюмом, в котором он мог появляться в обществе, и слишком часто, являясь утром в институт с обычными словами: „доброе утро, господа, что шеф еще не пришел?“, он забывал сменить свой сюртук на переливающий всеми цветами радуги лабораторный пиджак; и для всех тех, кто, как Альфред Фишер, душевно им интересовались, он являлся обычным объектом повторных, но почти всегда безуспешных воспитательных попыток. Также можно было видеть его чаще, чем это следовало бы для здоровья, крутящим свои излюбленные папиросы, без которых его нельзя было себе представить.

Но те, кому удавалось заглянуть в то, что скрывалось за его слишком пренебрегаемой внешностью, и кто извинял это тем, что Худяков, как я вспоминаю, до тех пор пока не получил место ассистента у Пфедфера, с большим трудом добывал средства к существованию, отдав себя на служение науке, бывали очарованы прекрасным содержанием его внутреннего я. Его образ мыслей был так же благороден, его характер так же достоин, как высоко было развитие его интеллектуальных способностей. Будучи главным образом физиологом, он не пренебрегал и другими дисциплинами и мог при-



стыдить своими познаниями многих систематиков: он изучал с охотой и любовью и другие отрасли естествознания: физику и химию, минералогию и геологию. Его богатые познания в биологических и других естественно-научных вопросах бросались при разговоре тотчас же в глаза, и его советы принимались всеми работающими в институте с таким же удовольствием, с каким они давались. Круг его интересов не ограничивался одной наукой—философские, социальные и политические вопросы также глубоко и сильно его интересовали.

Вместе с другими охотно посещал он театральные представления. Он любил музыку; часто доносились из его, соседней с моей, рабочей комнаты веселые напевы, которыми он сопровождал длительное фильтрование или другие химические манипуляции. Нельзя забыть его золотой юмор, который помогал ему разбираться в жизни. И в прошедших временах, о которых он, в общем, мало говорил, его юмор помогал ему, вероятно, преодолевать трудности, в которые его ставили его политическое положение и его стремление самому определить течение своей жизни, несмотря на многие препятствия. И этот юмор, который помогал ему в мрачные часы раздумья о своем неопределенном положении на чужбине, прорывался в парадоксальных оборотах речи в тех случаях, когда в руках была добрая кружка пива.

Эти парадоксы, которые вырывались у него, производили на слушателя тем большее впечатление, что они часто в пылу словопрения облекались в довольно оригинальную для немецкого языка форму, хотя вообще он хорошо владел языком, что видно из его напечатанных работ. Во всех отношениях он производил впечатление человека, который, не поддаваясь течению обстоятельств, был всегда готов, не боясь борьбы, идти тем путем, который ему казался правильным.

В высшей степени характерным явлением было для него, что он посвятил себя естествознанию, несмотря на то, что предназначался к военной карьере, видно из его жизнеописания к диссертации.

Худяков держался в почтительном отдалении от тех людей, с которыми он не мог спеться благодаря их чрезмерному филистерству. Ко всем, в ком он чуял эту черту, он относился с плохо скрываемым недоверием. Трудно себе представить без него тогдашнюю дружную жизнь в институте Пфедфера. Его способность своими остроумными анекдотами и своими брызжущими юмором изречениями оживлять и радовать обще-

ство проявлялось также на тех, для большинства участников незабываемых, собеседованиях, которые бывали после ботанических коллоквиумов и которые длились до глубокой ночи. Там разбирались ученые труды, критиковались призывания или разбирались злободневные вопросы, при чем это делалось всегда с юношеским задором, и суждения были часто резки и строги, но в них не было действительной злобы и не было также банальности.

Займемся теперь краткой оценкой научных трудов Худякова за время его пребывания в Лейпциге.

Его диссертация, над которой он работал зимний семестр 1891/92 и летний семестр, 1892 года, принадлежит к тем исследованиям, которые стремились выявить отношение к известному учению Пфеффера о том, что одни и те же причины, в зависимости от присутствия или отсутствия кислорода, ведут к дыханию или к интрамолекулярному дыханию. Он пытается подтвердить это воззрение тем, что внешние условия, напр. температура, одинаковым образом влияют на эти два процесса. Он указывает на постоянство количества угольной кислоты, образующейся в обоих процессах при разных температурах, и присовокупляет опыты о влиянии температуры на длительность жизни аэробных организмов при условии отсутствия кислорода. Эти работы были собраны в его диссертации, которая под названием „К познанию интрамолекулярного дыхания“ была представлена философскому факультету в Лейпциге. Мы знали, как высоко ценил нашего друга сам „маэстро“ опытной физиологии растений, знали, что на Пфеффера произвела должное впечатление его способность правильно ставить вопросы, не уступавшая чистоте и точности его работы, что представляло резкий контраст с его склонностью пренебрегать своей внешностью; поэтому мы не были удивлены, что устное испытание по главному предмету, также как и по добавочным, прошло очень хорошо. Полный светлой заслуженной радости появился тогда Худяков в институте, сейчас же после экзамена, еще во фраке и цилиндре, в которых он, правда, чувствовал себя очень несчастным, чтобы объявить нам о благополучном исходе экзамена; это событие было тотчас же подобающим образом отпраздновано в рабочем кабинете Альфреда Фишера, при чем институтский служитель Ботанического института Рейнгард (см. группу на стр. 20) разносил пиво в химических стаканах.

Высокая оценка Худякова Пфеффером проявилась тогда и в том, что он ему, иностранцу, предложил место ассистента,

которое освободилось к весенним каникулам в 1893 г. после ухода Хеглера. Худяков оставался в этой должности до конца своего пребывания в Лейпциге, занимаясь не только своими естественно-научными работами, но и такими, которые требовали от него интересы Пфэффера и его института.

Дальнейшие научные исследования Худякова касались спиртового брожения, по поводу которого он напечатал известную большую работу в журнале „Landwirthschaftliche Jahrbücher“, 1894 г. Наряду с другими вопросами, как, например, о зависимости брожения от температуры, занимал его здесь главным образом вопрос питания дрожжей, при чем он обращал главное внимание на питание различными источниками азота. Он изучил также зависимость скорости размножения дрожжевых клеток от содержания кислорода. Конечно, выводы этой богатой содержанием и обширной работы не остались без возражений со стороны ботаников, иначе и быть не могло, особенно в то время, до открытия зимазы; да и теперь эта тема возбуждает еще много споров. Но никто не сможет отрицать, что эта работа произвела известное возбуждение в науке и ее историческая часть до сих пор через 30 лет представляет большой интерес. Но очевидцев самой работы прежде всего поражала его доходящая до совершенства способность к точному построению аппаратов. До сих пор стоит у меня перед глазами изображенный в его работе на таблице № 2 бродильный аппарат, который он соорудил на покрытых свинцовыми плитами столах в юго-восточном углу прекрасной лаборатории института; трубки с натристой известью из этого аппарата он взвешивал и день и ночь.

Надо упомянуть еще, что Худяков на одном из вышеупомянутых коллоквиумов прочел доклад о своих исследованиях спиртового брожения, принятый с одобрением всеми слушателями.

Вышеупомянутые работы втянули Худякова почти против воли в исследование облигатных анаэробов. Эти исследования не были напечатаны на немецком языке, но они запечатлены в подробном критическом реферате Ротерта (*см. группу на стр. 20*) (Bakteriol. Ztb. II; 1898, III, 4), который находился одновременно, с Худяковым в зимнем полугодии 1891 г. и в летнем полугодии 1892 г. в Лейпциге, где произвел свое исследование о фототропизме; таким образом и эти работы Худякова стали доступны тем ботаникам, которые не знакомы с русским языком. Мы находим здесь исследования о смертельном дей-

ствии кислорода на облигатных анаэробов, далее дается важное доказательство того, что эти формы могут потреблять кислород, предложенный им в небольших количествах, и затем не менее важные данные о приспособляемости анаэробов к более высоким давлениям кислорода. Исследованию подвергаются также и факультативные анаэробы и даже аэробные микроорганизмы, при чем изучается их отношение к более высоким и более низким концентрациям кислорода. Как общий вывод дается тот, что все существа аэробные и анаэробные могут развиваться лишь в определенных границах концентрации кислорода и что имеются известные концентрации кислорода, при которых могут одинаково развиваться как аэробы, так и анаэробы.

И в этих работах также поражала глубина постановки вопросов и искусство проведения часто очень трудных опытов. Никто не мог приготовить такого прозрачного агара, как Худяков, никто не делал свои аппараты такими непроницаемыми, что они сохраняли, в течение часто очень длительных опытов, желаемое давление. Необходимо отметить, что эта способность Худякова существенно поддерживалась образцовым для того времени устройством Пфедферовского института. Худякова можно было видеть во всякое время в только что устроенном Пфедфером специальном помещении для постоянных температур в подвале института.

После попытки в немногих словах изложить научные заслуги Худякова остается еще бросить взгляд на его отношения с другими учеными, которые в то время работали в институте Пфедфера, поскольку они имели какую-нибудь связь с Худяковым. Здесь следует назвать, как уже было отмечено, прежде всего Альфреда Фишера (*см. группу на стр. 20*), который был тогда в возрасте 35 лет, следовательно лет на 8 старше Худякова; он работал в Лейпциге в качестве экстраординарного профессора; эту должность он занимал с 1889 до 1902 года, после того, как он предварительно с 1887 до 1889 г. был хранителем гербария, а затем ассистентом у Пфедфера. Фишер и Худяков, эти две схожие друг с другом натуры, связанные одинаковой любовью к одной и той же науке, не уступающие друг другу в уме, остроумии, юморе и находчивости, не могли не сойтись теснейшим образом, несмотря на разницу в происхождении, воспитании и в ходе образования. Большое наслаждение доставляли слушателям их частые споры, которые происходили в институте, или по дороге на работу или

с работы и, наконец, за доброй кружкой пива. Тесная научная связь между обоими обуславливалась тем, что Фишер в то время работал главным образом над бактериями первое издание его известных лекций о бактериях появилось в 1897 г.— и Худяков тоже совершенно отдался изучению микроскопической жизни. При этом Фишер, как старший и более опытный, являлся в большинстве случаев дающей стороной, но в вопросах об обмене веществ он очень охотно принимал советы и критику своего младшего друга. С особенной любовью углублял Худяков при помощи Фишера свои флористические познания; как раньше с Ашерзоном в Берлине, так теперь с Фишером исходил он все окрестности Лейпцига во время его постоянных экскурсий и сопровождал его также в более отдаленные местности почти до Эйленбурга или Торау или же на запад к Оберреблингу на озеро с его великолепной солончаковой флорой. Мне неизвестно, виделись ли они друг с другом после отъезда Худякова из Лейпцига и поддерживали ли свои отношения. Но я не сомневаюсь, что Фишер позднее, работая в Базеле, где он не нашел от положения ординарного профессора ожидаемого удовлетворения, нередко с большой охотой вспоминал об освежающих отношениях с своим „Väterchen“, как он шутя называл своего младшего друга<sup>1)</sup>.

Кроме Фишера работал в то время (1887 до 1889 г.) в Лейпциге хранитель гербария Германн Амбронн (*см. группу на стр. 20*) в качестве экстраординарного профессора — прекрасный человек и такой же исследователь. Было нелегко близко подойти к этому превосходному, но замкнутому человеку, но и он находился в дружеских отношениях с Худяковым. Я вспоминаю о слышанном совместно с Худяковым и другими, рассчитанном на более подготовленных слушателей, курсе Амбронна о применении поляризованного света в биологии и об удовлетворении, которое испытывал Худяков и мы все от этого курса. Точность работы и мысли Амбронна, благодаря которой он достиг выдающихся успехов в области естествознания, была особенно симпатична Худякову.

В качестве третьего работавшего у Пфэффера доцента по ботанике надо назвать Георга Карстена (*см. группу на стр. 20*); он был приват-доцентом в Лейпциге с 1892 до 1895 г. и явился для нас, а также и для Худякова, слишком односто-

---

<sup>1)</sup> В последующие годы Н. Н. видался с Фишером при своих поездках за границу. Примеч. Я. Никитинского.

ронных физиологов, как бы противовесом, так как работал главным образом по цитологии; он проработывал в то время богатый материал, который он привез из своего путешествия на Яву. Довольно долгое время он работал в институте в одной комнате с Худяковым; и с ним „наш русский“ также был в прекрасных отношениях, и часто можно было их видеть оживленно беседующими на серьезные темы.

Теперь обратимся к коллегам Худякова, т. е. к ассистентам Пфеффера. Всем докторантам того времени известно, что в первую очередь надо назвать П. Клемма (*см. группу на стр. 20*), который был ассистентом с 1888 до 1903 г. С 1902 г. занимал он место первого ассистента, как преемник Вилера (*см. группу на стр. 20*), который произвел в Лейпциге свои известные исследования об явлениях „плача“ и затем перебрался в Аахен. Исключительно благодаря доходящей до самопожертвования трудоспособности и образцовой добросовестности Клемма удалось Пфефферу за то время, что Клемм был первым ассистентом, собрать вокруг себя такое большое число молодых ботаников и дать им необходимую им духовную пищу. Худяков был к нему сердечно привязан и неоднократно говорил мне, что удивляется на тихую, скромную и незаменимую деятельность этого человека. Затем надо упомянуть Р. Хеглера (*см. группу на стр. 20*), чья рано закатившаяся звезда сияла в институте Пфеффера с 1890 до 1892 г. Его отношения с Худяковым были также дружественны. Они оба без сомнения в вопросах химии были сильнее других работавших в институте, и их можно было часто видеть спорящими друг с другом по вопросам обмена веществ. Я зашел бы слишком далеко, если бы стал перечислять всех лиц, работавших в Лейпциге у Пфеффера во время Худякова, с которыми ему приходилось обмениваться мыслями; к тому же я многих из них позабыл. Я должен ограничиться небольшим числом и назову еще Кунстмана (*см. группу на стр. 20*), диссертацией которого „Об отношении между урожаем сухого вещества гриба и потребным питательным веществом“ Худяков очень интересовался. По предложению Пфеффера Кунстман ввел понятие об „экономическом коэффициенте“, которое и донныне играет роль в литературе. Я перехожу теперь ко второй приложенной здесь фотографии, снятой в 1894 г., которая показывает нам Худякова в кругу некоторых его коллег, приехавших к Пфефферу из-за границы, чтобы работать под его руководством.

В самой левой части группы сидит Ньюкомб, который исследовал тогда влияние гипсовых накладок и обусловленных ими задержек роста органов на образование тканей. Рядом с ним стоит Монабу Миоши, теперь профессор в Токио; он был очень любим в институте за свой покладистый характер и ценим за то большое искусство, с каким он провел свои наблюдения над явлениями хемотрофного раздражения у пыльцевых трубочек и грибных гиф. Около Миоши стоит молодой англичанин, имя которого я забыл, ученик Френсиса Дарвина. А рядом с ним—Бенг Лидфорс, который в то время, сколько мне помнится, совершал лишь короткие гастролы в Лейпцигский институт. Это было еще до того времени, когда этот редкий человек сделал себе крупное имя, благодаря Эрнесту Шталю. Все же и тогда уже он импонировал Худякову и всем нам как талантливый ученый, о будущем значении которого можно было уже догадываться. Дальше направо сидит Пирс, профессор из Калифорнии, который приехал из Бонна, где работал по анатомии *Cuscuta* у Страсбургера; в Лейпциге же он с успехом сменил анатомические исследования на физиологические. Наконец мы видим на фотографии Ханштейна, впоследствии профессора в Аахе около Христиании, который в то время завершал свои известные работы о затрате семенем питательных веществ эндосперма. Из всех поименованных больше всех должен был гармонировать с Худяковым Лидфорс; хотя их совместное пребывание в Лейпциге было непродолжительное, но это были две родственные натуры и по характеру и по духу.

Я надеюсь, что из моих набросков выяснилось, что Худяков был заметной личностью в кругу тех ученых, которые группировались с ним вокруг Пфеффера. Пфеффер, находясь в то время в зените своей творческой деятельности, произвел целый ряд работ, из которых главнейшими являются его исследования по энергетике растений, о давлении и работе растущих органов растения, об элективном обмене веществ; позже принялся он за трудную работу, связанную со вторым изданием своей „Физиологии растений“.

В один осенний вечер 1894 г. отправился Худяков на вокзал, чтобы через Берлин вернуться на свою родину.

Весь его багаж, включая книги и научные рукописи, состоял из двух чемоданов, которые он собственноручно отнес на вокзал. После этого я его больше не видал и ничего не знаю ни о его дальнейшем внутреннем развитии, ни о его жизни. Вскоре после нашей разлуки получил я от него мало радостное

письмо. В нем говорилось, что ему многое обещано, но, как говорит русская пословица, „Соловья баснями не кормят“. Тем более обрадовался я впоследствии, услышав, что он сделался профессором в Москве, и я надеюсь, что он занял положение, которое его удовлетворило и при котором могли вполне развиться его богатые способности. На этом оканчиваю я эти строки, посвященные общим научным стремлениям и проведенной вместе юности.

Многие из перечисленных коллег Худякова лежат уже подобно ему в могиле.

---



## ВОСПОМИНАНИЯ.

Я знал Николая Николаевича в часы его досуга. Мы с ним встречались не в аудитории, не на общественных заседаниях и собраниях, а в приятельской компании, в интимной беседе, в семейном кругу.

Но здесь больше всего и узнается человек. Здесь нет грима. Каждый становится самим собой. Хотя нужно сказать, что именно Н. Н. никогда не рядился ни в какие тоги и не взбирался ни на какие ходули. Он был тем, чем казался, и казался тем, чем был.

А был он человеком контрастов, блестящих, как его ум, и парадоксов, сверкающих, как его остроумие. Жизнерадостный, как никто чувствующий мировую радость и прикованный своим недугом к креслу; глубоко серьезный, лишенный всякого легкомыслия — и в то же время веселый и приятный собеседник. Отзывающийся на всякую несправедливость, вибрирующий в унисон со всеми общественно-политическими событиями и в то же время органически чуждый планомерной, общественно-политической деятельности. И над всеми свойствами, впереди их всех, совершенно исключительный ум и искрящийся, переливающийся через край талант.

Волшебный жезл его мысли обладал даром фей: он оживлял и расцветивал ярким спектром красок всякую мысль, к которой прикасался. Все, о чем бы он ни заговорил, озарялось огнем его острой диалектики. Всякий даже пустяк, даже скучный предмет, на который он наводил сноп играющих лучей своей мысли, сейчас же оживал, становился интересным и значительным.

При этом анализе, граничащем со всеразложением, может быть, всеуничтожением — мощный синтез, доходящий до жуткой интуиции.

Индивидуализм составлял самую сущность природы Н. Н., самую сердцевину его личности. К каждому вопросу, к каждой мысли он подходил со своей ярко индивидуальной, неожиданной точки зрения. Но в то же время Н. Н. никогда не улетал подобно многим „героям безвременья“ от подлинной жизни с ее общественными болями и запросами. Он не плавал на „воздушном океане“ заоблачных пространств „без руля и без ветрил“. От этого его избавлял твердый компас: его чуткая совесть и надежный руль: его громадный ум.

Индивидуалист до мозга костей, Н. Н., как никто, любил общество. „Не забывай день субботний“ — так гласило его приглашение на знаменитые худяковские субботы, на которых встречалась „вся Москва“. Политические деятели здесь беседовали с писателями и артистами, ученые — с художниками.

Н. Н. буквально жил на людях, на людях он готовился к лекциям, на людях писал и творил. И это при крайнем индивидуализме. Таков был один из парадоксов этой многогранной и богато одаренной природы.

Однако ничто не мешало Худякову со скрупулезной добросовестностью относиться к своим обязанностям. Несмотря на страшный недуг он почти не пропускал лекций.

Вообще это был старый интеллигент и совершенный бесребренник. Он любил деньги, чтобы их тратить, как любил жизнь, чтобы ею пользоваться. Режим экономии ему был совершенно чужд. Всякую попытку, всякое предложение коммерциализировать свои научные знания, а тем более свое профессорское положение, он с негодованием отвергал. И высокое звание профессора, он никогда не соглашался превращать в рекламную этикетку ни для политики, ни для торговли или промышленности.

Н. Н. обладал высоко развитым чувством собственного достоинства, но он был совершенно лишен честолюбия и тщеславия. Он не любил толкаться локтями, не любил гнуть свою шею. Он был совершенно чужд всякого искательства и все, что взял в жизни, взял силой своей мысли, знания и таланта.

Зная себе цену, он никогда и никому не завидовал. Ко всякому успеху он относился с искренним чувством доброжелательства. Он скорее преувеличивал, чем уменьшал заслуги других. Деликатный по природе, он был далек от типа бесмерченного Чеховым в его „честном“ докторе, сумевшем самую честность превратить в ненавистную добродетель. Но когда Н. Н. нужно было высказать свое мнение, по долгу ли

службы или в ответ на решительно и прямо поставленный вопрос, он не уклонялся. Это был человек деликатный, но не уклончивый.

Я убежден, что, говоря языком статей свидетельской присяги, „не увлекаясь ни родством, ни дружбой, ниже ожиданием выгод“, он подавал свой голос в совете, в факультете, всюду, где от него этого требовал его долг.

В заключение *pro domo sua*.

Пишущий эти строки имел счастье считать Н. Н. в числе своих друзей. Мне приходилось проводить с ним и у него самые тяжелые минуты моей жизни; однажды пришлось подвергнуть его смертельной опасности, и всегда я находил в нем отзывчивое сердце и твердое мужество. В минуты же житейских удач он радовался моим успехам, как своим.

Последние годы развивающаяся болезнь свалила его. Отнять ноги у человека, который был весь движение и устремление!

Но сила духа Н. Н. была так велика, напряжение жизни так интенсивно, что дух решительно отказался подчиняться больному телу.

И казалось, что, чем ужаснее страдало тело, тем бодрее, тем жизнерадостнее становилась его духовная жизнь. Казалось, здоровый дух объявил бунт против больного тела, против самих законов природы.

И до самых последних мгновений, несмотря на нечеловеческие страдания, невзирая на все болезни, низвергнутые на него судьбой, он своим мирозерцанием и больше всего своим мироощущением как бы говорил:

Да здравствует жизнь!

## НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ ХУДЯКОВ

*как Член Совета Высшей с.-х. школы в Петров.-Разумовском.*

Я познакомился с Н. Н. Худяковым незадолго до его назначения профессором С.-Х. Института и затем был близким к нему человеком во время его работы в Ин-те.

Время вступления Н. Н. в Институт совпало с теми годами русской истории, когда в основу русской действительности были положены следующие слова царя: „Глас божий повелевает нам стать на защиту силы и истины самодержавной власти, которую мы призваны утверждать и охранять для блага народного от всяких на нее поползновений“. При этом все верно-подданные призывались царем служить верой и правдой государю и государству, к искоренению крамолы, утверждению веры и нравственности и доброму воспитанию юношей, к истреблению хищений и водворению порядка и права.

Эти слова царя по отношению к высшей школе вылились в уничтожение той автономии, какая была присуща ранее высшим школам во времена Александра второго, в уничтожение выборного начала профессоров и начальников высших школ, в подчинение всей академической жизни правительственным бюрократическим органам. Студенты трактовались на положении отдельных слушателей; всякое общение между ними на корпоративной почве строго воспрещалось. Назначенные ректора, директора и в значительной степени профессора утрачивали всякую самостоятельность и авторитет в глазах учащихся.

Было еще одно начинание, широко применяемое в то время к высшей школе,—это заключение студентов в стены общежитий для того, чтобы направлять мысли молодежи в соответствии с охраняемым политическим строем.

Таковы были общие условия, при которых должен был начать свою работу в высшей школе Н. Н. Худяков. В высшей сельскохозяйственной школе, куда был приглашен преподавателем Худяков, имели место еще и свои специальные минусы. Дело в том, что вопрос о том, как вести сельскохозяйственное образование в тогдашней России, являлся далеко не прочно установленным. По этому вопросу всякий маломальски приходящий в соприкосновение с сельским хозяйством считал себя компетентным судьей и призванным критиком. Такой интерес к делу высшего сельскохозяйственного образования являлся вполне понятным. Россия есть страна по преимуществу земледельческая, и сельское хозяйство в экономическом строе России играет одну из видных ролей. С другой стороны, суждения лиц, мало компетентных в деле постановки образования вообще и совсем непричастных к высшему сельскому хозяйству, вносили много путаницы в решение означенного вопроса и тем самым нарушали правильное течение жизни высшей сельскохозяйственной школы. Например устав Петровской Земледельческой и Лесной Академии в течение 25 лет ее существования подвергался коренной ломке три раза. Небезызвестный в то время публицист Новиков обвинял, напр., сельскохозяйственную науку в том, что он, прочитав много руководств по различным отраслям сельского хозяйства, потерпел затем неудачи при применении на практике приемов, рекомендованных руководствами.

Само собой понятно, что никому не придет в голову, не будучи врачом, прочитавши только медицинские книжки, приниматься за разнообразное лечение больных. Вести же хозяйство, вводить в хозяйство те или другие изменения, ознакомившись только с какими-то книжками, считалось вполне возможным, и постигшая при таких экспериментах неудача ставилась в вину сельскохозяйственной науке.

С другой стороны, в русском обществе уже давно были лица, убежденные в пользе и значении сельскохозяйственных наук, но это убеждение являлось очень часто в форме смутной, преувеличенной веры в науку. От лиц с высшим сельскохозяйственным образованием требовалось сторонниками науки немедленное устранение сельскохозяйственного кризиса, получение больших доходов с хозяйств или, иначе говоря, требовалось от науки своего рода чуда, „какого-то знаменья“. При этом всем было понятно, что между врачами, юристами, техниками и т. п. попадают хорошие и плохие врачи, юристы,

инженеры, но редко кто допускал, чтобы из высшего учебного заведения могли выходить не только хорошие, но и плохие агрономы-хозяева.

Наконец, что касается самой постановки учебного дела в высшей сельскохозяйственной школе, то таковая к началу работы Н. Н. Худякова в качестве профессора не была точно установлена ни в правительственных сферах ни в общественном мнении сельских хозяев. В то время как напр., первые уставы Петровской Академии отводили главное место в программе преподавания научной подготовке своих слушателей, последний устав Академии выдвигал на видное место подготовку практических деятелей по сельскому хозяйству.

Н. Н. Худяков поступил профессором в Московский Сельскохозяйственный Институт в первый год его существования. Директором Института в то время состоял только что назначенный К. А. Рачинский. Это был старый профессор Московского университета, истинно чтущий науку и с юношеским жаром интересующийся новыми научными исследованиями. Преклоняясь перед наукой, как администратор Института, он не гнул свою седую голову ни перед кем. Бывший много лет работником земства, Рачинский не только не старался заглушить автономию высшей школы, как это тогда требовалось высшим начальством, но был истинным представителем автономного управления Институтом. Он отдавал должное значение Совету профессоров, как коллегии, в высшей степени корректно относился к мнениям отдельных членов Совета, повиновался только долгу и совести и стремился служить делу, а не лицам и настроениям. При этом во всех его отношениях к преподавателям и студентам ярко выступала скрупулезная честность, правдивость и истинная гуманность. С Рачинским можно было часто во многом не соглашаться, но нельзя было не уважать искренности его убеждений.

Вот, следовательно, те условия, при которых Н. Н. Худяков начал работать в Московском Сельскохозяйственном Институте.

Охарактеризовать работу Худякова в Сельскохозяйственном Институте и затем в Академии чрезвычайно трудно. Диапазон его ума был слишком велик, чрезвычайно широк и разнообразен. Горизонт его мышления являлся необъятным. Формулировать „я“ Худякова, заключить его в какие-либо скобки чрезвычайно трудно. Скобки окажутся сломанными, и „я“ Николая Николаевича Худякова перельется через край. Понятно отсюда,

что вложить в слова характеристику Худякова, как профессора, трудно. Особенно трудно это сделать в настоящее время, когда мы близко стоим к его жизни, когда некоторые жизненные мелочи подобно деревьям заслоняют лес, заслоняют его „я“. Сейчас нет еще достаточной перспективы, которая составляет силу каждой оценки. Поэтому придется только концептивно отметить главнейшие этапы его работы в качестве профессора высшей сельскохозяйственной школы.

С первых шагов своей работы в Сельскохозяйственном Институте Николай Николаевич Худяков сделался наиболее близким другом К. А. Рачинского и оставался таковым до конца жизни последнего. В качестве профессора он явился прежде всего ревностным защитником той точки зрения, что краеугольным камнем во всем преподавании Института должна быть научная сторона, а не техника дела. Только прочные научные знания могут доставить будущему деятелю по сельскому хозяйству то развитие ума, то творчество, ту инициативу, которые нужны для идейного, сознательного, а не ремесленного, ведения нашего сельского хозяйства. Н. Н. Худяков всегда являлся горячим защитником указанных принципов и, с своей стороны, делал все для их укрепления. В интересах серьезности своего курса он твердо настаивал на чтении своих лекций студентам старших курсов, а не одному из первых, как было намечено в положении. Объем курса, по его настойчивому желанию, был значительно расширен и приурочен к двум учебным годам вместо одного. Для студенческих занятий был намечен им ряд тем по различным вопросам бактериологии и физиологии растений. Была устроена заново бактериологическая лаборатория.

Поддерживал всегда Ник. Ник. и мысль о дальнейшем расширении сельскохозяйственных знаний среди студентов, с одной стороны, путем участия в тех или других курсах, устраиваемых при Академии, с другой стороны, он был всегда убежденным сторонником необходимости научного изучения в Академии вопросов садоводства и огородничества путем устройства соответствующих кафедр.

Была еще одна сторона учебной жизни сельскохозяйственной школы, которой сочувствовал Н. Н. Худяков. Им и еще двумя его коллегами-профессорами был выдвинут один из коренных вопросов для будущего строя нашего высшего образования, именно вопрос о правах государственной службы лиц, окончивших высшую школу. Присвоение, — писали ини-

циаторы поднявшие этот вопрос, — окончившим курс высших учебных заведений прав государственной службы не соответствует целям высшего образования. Высшие учебные заведения должны иметь в виду исключительно одну науку, а не потребности государственной службы. Только при таком строе наших высших школ студенты будут видеть в профессорах не экзаминаторов, а старших товарищей, руководителей, вводящих их в святое святых науки. Только при такой постановке дела возможно то влияние профессоров на студентов, которое является столь желательным. При всяком ином решении вопроса высшее учебное заведение должно приравниваться к требованиям государства дать ему надлежаще подготовленных деятелей, должно находиться под гнетом ответственности перед государством за выпускаемых им лиц.

Выдвинутый вопрос неоднократно дебатировался в профессорских коллегиях, в литературе и в различных комиссиях и комитетах. Вопрос этот ждет своего решения еще в будущем, но все сторонники его гордились тем, что в числе защитников его был и Ник. Ник. Худяков.

Что касается участия Ник. Ник. в советских делах С.-Х. Института, то здесь он всегда был сторонником широкого и последовательного выборного начала как для профессоров, так и для управления высшей школой. Затем он всегда безусловно высказывался за разрешение студенческих организаций как необходимых элементов образования и воспитания. Участие в этих организациях лиц педагогического персонала должно иметь место только по свободной инициативе самих корпорантов. Не беда — говорил он, — если иной раз могут быть высказываемы самые крайние мнения: свобода критики гарантирует истину.

Наконец, он резко осуждал всякие обязательства для студентов непременно жить в общежитиях.

При обсуждении всех подобных вопросов в совете профессоров Ник. Ник. умел среди фактов выделить самые главные, существенные, умел отличить лес из-за деревьев. Его голос имел большой авторитет в советских решениях разных академических вопросов. И понятно почему; объективность суждений, отсутствие узко партийных интересов, отзывчивость на все волны жизни и удивительно спокойное, трезвое отношение к делу — были всегда отличительной чертой его „я“. Исповедуемые им принципы не были для него мертвой буквой. С ними всегда соотносились его решения, его дела.



Для доказательства сказанного я приведу несколько примеров.

В первые годы работы Худякова в Институте тогдашнее Министерство земледелия и государственных имуществ назначило ревизию Института. В качестве ревизора был прислан один из выдающихся почтенных работников по сельскому хозяйству, в свое время бывший проф. Петровской Академии. Несмотря на глубокое уважение к ревизору, несколько профессоров Института, в том числе и Ник. Ник. Худяков, сочли невозможным чтение лекций в присутствии ревизора. Такой контроль, по их мнению, унижает авторитет профессора в глазах студентов и является бесцельным. Каким бы энциклопедистом не был ревизор, он не в состоянии быть компетентным судьей лекций по всем научным дисциплинам, читаемым в И-те. В этом смысле пятью профессорами было подано письменное заявление директору Института с указанием, что, при появлении в их аудитории ревизора, они немедленно оставляют кафедру и уходят из аудитории. Директор поставил в известность об указанном заявлении ревизора, и последний на лекциях протестантов-профессоров не был. Интересно отметить, что пишущий эти строки, как первый подписавший вышеназванное заявление, был вызван по этому делу тогдашним мин. земледелия для объяснений, но это объяснение состояло в разговоре министра о беловежских зубрах и ни слова не было сказано о протесте. Вероятно министр должен был сделать выговор профессорам-протестантам, но в действительности министр как будто забыл весь изложенный инцидент.

Был и другой яркий факт в жизни С.-Х. Института, связанный с именем Н. Н. Худякова. В 1906 году здание Института и квартиры преподавателей были подвергнуты генеральному обыску, порученному какой-то войсковой части при участии тогдашней полиции. При этом обыске пострадали некоторые учебные пособия, напр. гербарии, рукописи научных работ некоторых профессоров. Двумя профессорами Института, из которых один был Н. Н. Худяков, было сделано представление в Совет Института о сообщении прокурору по поводу обыска, учиненного по распоряжению тогдашнего всесильного московского генерал-губернатора Дубасова. Шум, поднятый этим заявлением в тогдашней периодической печати, был настолько велик, что Дубасов счел необходимым с отрядом казаков, с судебными властями приехать в Академию и лично произвести дознание о лицах, производивших обыск.

Наконец, к рассматриваемой категории фактов нужно отнести и факт выхода Н. Н. Худякова из состава приват-доцентов университета по случаю увольнения министром Народного просвещения Кассо ректора университета Мануилова, помощника ректора Мензбира и проректора Минакова. Этот факт университетской жизни имел прямое отношение и к с.-х. школе. Преподавателям, идущим против правительства в университете, угрожало увольнение и из других высших школ. Такой вывод являлся вполне логичным. Профессор, резко и открыто протестующий против правительства в одной школе, не может оставаться в другой. Н. Н. Худяков не боялся такой угрозы.

Вышеизложенные факты станут ярче, если вспомнить те условия, среди которых они имели место. В эпоху, когда приведенные выше слова царя являлись непреложной заповедью для тогдашнего начальства, Худяков протестует против ревизора, назначенного министерством, пишет в совет о привлечении к судебной ответственности московского генерал-губернатора за произведенный в школе политического характера обыск, уходит в виде протеста против правительства из состава профессоров. Таких фактов мало знала тогдашняя высшая школа. Эти факты показывают, что слово и дело у Худякова не разделялись.

О влиянии Ник. Ник. на студентов много говорилось в день его похорон. Как сказано уже было раньше, строгий логический ум, умение среди фактов выделить главное и существенное, объективность в суждениях, обширные познания придавали особую убедительность его слову и привлекали на его лекции многочисленную аудиторию. Но не только живым словом своих лекций собирал Ник. Ник. слушателей: молодых людей к нему влекла его душевная простота, неподдельная искренность, юношеский пыл, умение в минуты веселья отрешиться от житейских невзгод.

Таков был Н. Н. Худяков как профессор С.-Х. Института. Это был человек, высоко чтущий науку, поборник академической свободы, работник, честно относящийся к своим обязанностям, друг молодежи, надежный, верный товарищ в опасностях. После его смерти безусловно одним истинно хорошим человеком на земле стало меньше.

## ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ О Н. Н. ХУДЯКОВЕ.

В 1905—1906 г.г. пишущему эти строки, кончавшему в то время среднюю школу, пришлось решать, куда идти. Медицина, естествознание, агрономия—к ним влекло больше всего.

1905—1906 г.г. в Московском Политехническом Музее шли замечательные курсы лекций, посещавшихся нашими учителями, а по их совету и нами. Морозов, Муромцев, Хвостов, Реформатский, Вагнер, Кулагин, Худяков—один сменял другого. Из них особенно ярки были выступления Н. Н. Худякова. Задачи науки, ее цели, ее содержание редко выражались с таким блеском. Афоризмы Н. Н. Худякова врезывались в память. Основы бактериологии, физиологии растений превращались в философию бытия. Блестящие опыты дополняли чары слова. И стар и млад заслушивались этими лекциями.

Горячую пропаганду за Петровскую Академию вели Я. Я. Никитинский старший и С. Ф. Нагибин—наши учителя в средней школе. Лекции Н. Н. Худякова, незабываемая первая ботаническая экскурсия с ним в Разумовское, агитация Я. Я. Никитинского решили выбор.

По курсу в Академии физиология и бактериология читались в то время на 2-м и 3-м году. Но то была пора „предметной“ системы, ныне сданной, может быть еще преждевременно, в архив. Студент устанавливал сам себе порядок лекций и занятий. Зная достаточно химию по средней школе, мы считали себя подготовленными для слушания физиологии и почвоведения. Первый визит с экзаменационной книжкой в первом же году—первая любовь—была физиология растений, в лице Н. Н. Худякова. Профессор был весьма либерален, и особых препятствий внеочередность не вызвала.

В плеяде славных Петровской Академии Н. Н. Худяков всегда занимал почетное место. Не занимаясь особенно студентом, он влек к себе своим талантом, широкой душой, открытым сердцем и свободомыслием. В наше время это был всеобщий любимец. Даже среди всего ареопага имен, каждое из которых вспоминается с признательностью (Прянишников, Вильямс, Кулагин, Фортунатов, Нестеров, Мороховец, Самойлов, Михельсон, Демьянов и др.), Н. Н. Худяков выделялся как исключительно блестящий оригинальный лектор. В лекциях его особенно памятен исторический подход к проблемам, к выработке обобщений, то, что соответствует историческому материализму. Н. Н. Худяков был редким лектором, которого можно было слушать без конца.

Занятия по бактериологии, под руководством ассистента Н. Н. Худякова, А. В. Генерозова, были поставлены превосходно. Пройдя самостоятельно с десятка занятий, проведя культуры, микроскопическую технику, мы выходили маленькими бактериологами. Это была пора, когда в Академии было 300 студентов, знавших друг друга, когда вся Академия от профессоров до студентов были большой дружной семьей. То была пора кружков любителей естествознания, общественной агрономии, дополнявших и без того прекрасную школу. Студент ловил идеи у профессуры и сам быстро превращался в исследователя. От профессора не требовалось натаскивания студента. Единственное условие, правда, беспощадное, к которому был чувствителен студент, требование, чтобы профессор был на уровне мировой науки.

Блестящая эрудиция Н. Н. Худякова, давно известная его бесчисленным слушателям, по счастью, фиксирована ныне в превосходном курсе, который составляет гордость бактериологической науки в нашей стране.

Последняя наша встреча — 1915 год — магистрантский экзамен по физиологии растений.

---

## НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ ХУДЯКОВ.

*(Страницы из воспоминаний.)*

В те годы, когда наша Академия называлась Московским Сельскохозяйственным Институтом, физиологию растений читали на втором курсе. Второй курс был в наше время наиболее академическим, наиболее отвлеченным и теоретическим из всех курсов. Поскольку в первый год пребывания в Академии студенты еще только осваивались с формами научной мысли, впервые знакомились с лабораторными занятиями, постольку же, вернувшись после первых летних студенческих каникул и несколько упорядочив за лето свой научный багаж, они возвращались к началу занятий второго курса с самыми „серьезными“ намерениями по части науки. В наших тетрадях и записных книгах стоял целый ряд проблем и вопросов по самым основным и глубоким темам естествознания, с огромными вопросительными и восклицательными знаками, и мы, приезжая осенью в покрытое золотом осенних листьев Разумовское, были готовы глядеть в корень вещей и решать все основные проблемы мироздания.

И вот в таком настроении в одну из первых недель после начала занятий мы попадали в старую ботаническую аудиторию на первую лекцию Николая Николаевича. Для нас всех эта первая лекция была каким-то откровением. Всегда казалось, что именно тут-то впервые перед нами раскрывается живая, действенная, творящая наука. Меткие парадоксы, острая постановка вопросов, отрицание, казалось бы, самых незыблемых истин и смелые, почти дерзкие гипотезы потрясали наше юношеское сознание. Словом, когда мы уходили из этой аудитории нам казалось, — вот, наконец, мы нашли ту дверь, через которую входят в подлинный, действительный храм науки. Таковы были ощущения всех студентов. Однако только немно-

гие, и в том числе автор этих строк, испытали действительно большое счастье не только увидеть на лекциях эту открытую дверь в храм науки, но и войти в нее и около года проработать под непосредственным руководством Николая Николаевича в лаборатории.

Я отчетливо помню тот вечер, который должен считать вообще началом своей не ученической, а ученой жизни, когда я впервые почувствовал, что передо мною стоит подлинный учитель мысли, исследования, который на всю жизнь определил путь моей научной работы.

Это было, если не ошибаюсь, в ноябре или декабре. После обычных практических занятий по бактериологии, отложив в сторону чашки Петри с чистыми культурами бактерий, небольшая группа студентов почему-то задержалась в лаборатории. Николай Николаевич, очевидно, был свободен в этот вечер, и между нами завязалась сначала почтительно-ученическая с нашей стороны, а затем и бурно-полемическая беседа на тему о сущности науки и об абсолютной истине научных законов. Мы, естественники по образованию и агрономы по своим будущим планам, мало соприкасавшиеся с философией и вообще гуманитарными науками, стояли, естественно, на базе наивного реализма и считали каждый научный факт непреложной истиной, почти что откровением свыше. И вот, вдруг, из уст одного из доподлинных и величайших в нашем представлении ученых нашей Академии мы услышали целый ряд скептических заявлений, впервые услышали имена Авенариуса, Пуанкаре и Маха, тогда особенно модных в научных кругах философов, и впервые стали перед лицом проблемы о сущности научного знания.

Минуты шли за минутами, было уж очень поздно, а мы все еще волновались, все еще пытались отстаивать свои наивные позиции под саркастическими ударами нашего метра. А когда едва ли не последний паровичок увозил меня после этой беседы из Академии в Москву, я буквально дрожал от охватившего меня волнения по поводу раскрывшихся передо мной философских горизонтов. Эту беседу с Николаем Николаевичем я должен считать самым значительным событием моей научной жизни, целиком определившим все направление моей будущей деятельности и заставившим меня вместо планов широкой практической деятельности направить русло своего жизненного пути в сторону науки. С исключительным волнением на другой день я входил в Бактериологическую лабо-

раторию и весь даже покраснел от радости и внутреннего волнения, когда Николай Николаевич, заинтересовавшись, очевидно, моим юношеским пылом, предложил мне взять какую-нибудь тему для индивидуальной работы по физиологии растений. Я, конечно, согласился без всяких размышлений и через несколько дней начал работать над изучением влияния различных питательных веществ на развитие и, главным образом, на дыхание *Vicia faba* в условиях стерильной культуры: я начал набивать песком огромные банки, закрывать их гигантскими пробками, заливать сургучом, гнуть трубки, налаживать анализ для изучения газового обмена и на время превратился в слесаря и стеклодува, в начале коряво и весьма неумело компануя очень сложный прибор. Николай Николаевич всегда находил, что научные опыты могут быть доведены до успешного конца только при неременном условии, когда ученый сам конструирует свои приборы, когда он сам почти из первоначальных материалов создает сложные металлические и стеклянные аппараты. По своему опыту должен сказать, что идея, может быть, и парадоксальная, безусловно является колоссальным педагогическим орудием в отношении молодых ученых, так как глубокое понимание действия аппарата возможно только тогда, когда сам его сконструируешь и притом сконструируешь хорошо.

Я никогда не забуду первого же урока в этой плоскости, который мне дал Николай Николаевич недели через три после начала моих работ. С большим трудом, затрачивая целые дни, я сконструировал, если не ошибаюсь, восемь огромных стеклянных банок для стерильных культур, приготовил их к засеву, стерилизации и с большой гордостью продемонстрировал их своему метру. Однако Николай Николаевич нашел, что мои аппараты никуда не годятся.

— Почему, — спросил я с большим изумлением.

— Все ваши воздуходувные стеклянные трубки согнуты под разными углами: это некрасиво, неэстетично, а, работая с неэстетичным прибором, нельзя получить хороших научных выводов“, не то смеясь, не то всерьез, а на самом деле действительно всерьез, сказал Николай Николаевич. Пришлось разобрать все уже собранные приборы и почти заново начать их сборку; зато, когда они были закончены, все восемь банок, со всеми металлическими изогнутыми трубками были как будто бы вылитыми из одной формы, и отогнутые вводящие и выводящие стеклянные трубки были строго параллельны друг другу во всех рядом стоящих аппаратах.

Я работал у Худякова около полутора лет. Это было едва ли не наиболее блестящее время нашей лаборатории. Генерозов стремился в это время найти чистую культуру бактерий, которые бы усваивали углерод, поглощая алмазную пыль.

Яков Никитинский младший искал бактерий, которые бы дышали водородом, а изредка заглядывавший к нам Ховренко пытался в культурах дрожжей разгадать тайну тонкого букета токайских или каких-то других вин. А над всем этим царил наш метр, всегда остроумный, всегда парадоксальный, умеющий придать каждому своему замечанию исключительную значительность и отточенную остроту, воодушевить нас, поставить перед нами вопрос в совершенно опьяняющей и волнующей неожиданности и дающий с такой расточительностью новые идеи, что почти каждый вечер, возвращаясь домой, хотелось их записать в какой-либо дневник или записную книжку.

Быт нашей лаборатории был какой-то классически-академический, не лишенный некоторой анекдотичности. Достаточно теперь вспомнить, как, например, для того, чтобы позвать старшего сторожа, нам нужно было пройти в правый угол комнаты и три раза постучать ногой в пол, после чего, как некий дух, стремглав по лестнице из подвала, появлялся наш добрейший служитель, всегда обеспокоенный, всегда озабоченный, придававший фаустовский колорит всей нашей обстановке.

Увы, в этой же лаборатории, где я начал свою биохимическую карьеру, я получил оглушительный удар, заставивший меня навсегда отказаться от работы в этой области. Однако в этом ударе Николай Николаевич был совершенно не при чем.

Мои опыты приняли какие-то невероятные формы: несчастные *Vicia faba*, растущие в моих банках, все покрывались какой-то воздушной коркой, давали морфологические изменения в своих листьях, и, казалось, что за зеленоватым стеклом творится какая-то ботаническая гофманиада. Ни я, ни наш метр ничего не понимали и раз даже обратились за советом к соседям; поднявшийся на хоры, где стояли мои опыты профессор С. И. Ростовцев, посмотрев на диковинные *Vicia faba*, меланхолически сказал: „М-да...“ и отказался прибавить к этому какое-либо другое замечание. Опыт ставился за опытом, у меня истощалось терпение, а *Vicia faba* на вторую неделю чернели и погибали; кривая же выделения углекислоты чертила графики, решительно выходящие за пределы всякой возможности. Наконец Николай Николаевич решил взглянуть в корень вещей и попросил меня проанализировать все те химические



вещества, из которых я составлял нормальную смесь для культур. Я отсыпал из банок, на которых красовалась гордая надпись фирмы Кальбаума, в пробирки несколько кристаллов солей и отправился к другим соседям в лабораторию Д. Н. Прянишникова для того, чтобы сделать качественный анализ. Через десять минут не могло быть никакого сомнения в международном происхождении моей неудачи: по роковой и, очевидно, случающейся раз в тысячелетие ошибке в банку, на которой красовалась надпись „хлористый калий“, была сортировщиком фирмы Кальбаума насыпана настоящая бертолетова соль, и все мои почти полуторалетние опыты, в сущности говоря, были опытами на тему о влиянии бертолетовой соли на жизнь растений. Именно в этом направлении Николай Николаевич и пытался меня ободрить: он утверждал, что это в высшей степени любопытные опыты, указывал даже на какие-то совершенно необычные научные проблемы, которые можно именно этими опытами решить, но добродушная улыбка виднелась где-то в уголках губ учителя, и я без шапки и без пальто убежал в парк и, пробродив в нем несколько часов, уже больше никогда не возвращался в биологическую лабораторию.

Эта неудача носила, конечно, эпизодический характер и, хотя я не достиг каких-либо научных результатов в лаборатории Николая Николаевича, тем не менее должен признать, что эти полтора года были именно той единственной школой исследования и научной мысли, которую я никогда больше нигде не видел и не встречал. И, задавая теперь вопрос о том, — почему же, собственно, эта лаборатория выделялась среди всех других и что, собственно, нас, молодых ученых, пленяло в обаянии Николая Николаевича, — мы должны будем признать, что перед нами было два элемента, гармонически сочетавшихся в нем, это — исключительное обаяние и личная талантливость его как ученого и человека, которые к тому же сочетались со старой западно-европейской научной культурой. По своему стилю и по своим работам лаборатория Худякова была кусочком германской науки, и эта традиция столетий, сохранившаяся в германской науке еще с эпохи Эразма Роттердамского и первых деятелей Эпохи Возрождения, пропитала собой и стены и всех людей Худяковской лаборатории, а увенчанный гением метр создавал тот яркий образ храма науки, который у нас запечатлевался на всю жизнь.

## СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
1. От Редкомиссии . . . . .	5
2. Садовской, Б. А. Сонет . . . . .	7
3. Долгов С., студ. Тимирязевской академии. Воспоминания . . . . .	8
4. Группа студ. агрохимиков и почвоведов. „О человеке“ . . . . .	11
5. Проф. Я. Никитинский. Николай Николаевич Худяков (биография) . . . . .	12
6. Проф. И. С. Шулов. Стихотворение, произнесенное во время похорон Николая Николаевича Худякова у могилы . . . . .	45

### РЕЧИ И НАУЧНЫЕ РАБОТЫ ПРОФ. Н. Н. ХУДЯКОВА.

7. Проф. Худяков, Н. Н. „Ферменты и протоплазма“. Речь, произнесенная на акте Моск. с.-х. института в 1906 году. (В выдержках) . . . . .	46
8. Проф. Худяков, Н. Н. „Питание и солнечная энергия“. Речь, произнесенная на торжественном заседании, посвященном памяти проф. Никитинского (1924) . . . . .	57
9. Проф. Худяков, Н. Н. „Адсорбция бактерий почвой и влияние ее на микробиологические процессы в почве“. (Из журнала „Почвоведение“) . . . . .	80

### НАУЧНЫЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ В ЛАБОРАТОРИИ ИМЕНИ ПРОФ. ХУДЯКОВА, ПОСЛЕ ЕГО СМЕРТИ.

10. Дианова, Е. и Ворошилова, А. „К изучению причин отсутствия <i>Azotobacter</i> 'а в культурных почвах“ . . . . .	97
11. Миненков, А. Р. „Образование аммиака при связывании молекулярного азота микробом <i>Azotobacter Chroococcum</i> “ . . . . .	116
12. Карпинская, И. „К вопросу о влиянии растения на усвоение свободного азота в почве“ . . . . .	121
13. Демиденко, Т. „Из области питания и обмена веществ у высших растений“ . . . . .	133



## ВОСПОМИНАНИЯ.

	Стр.
14. Проф. Б е н е к е, В. (Мюнстер, Германия). „Воспоминания о студенческих годах Н. Н. Худякова в Берлине и в Лейпциге 1883—1894“. (Русский перевод) . . . . .	150
15. М а н д е л ь ш т а м, М. „Воспоминания“ . . . . .	161
16. Проф. К у л а г и н, Н. „Николай Николаевич Худяков как Член Совета Высшей с.-х. школы в Петровском-Разумовском“ . . .	164
17. Проф. В а в и л о в, Н. „Из воспоминаний о Н. Н. Худякове“ . .	171
18. Проф. Ч а я н о в, А. „Николай Николаевич Худяков“ . . . . .	173

---