

Ф.Ю. Гельцер

**Значение микроорганизмов в
образовании перегноя и
прочности структуры почвы**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 631
ББК 4
Ф11

Ф11 **Ф.Ю. Гельцер**
Значение микроорганизмов в образовании перегноя и прочности структуры
почвы / Ф.Ю. Гельцер – М.: Книга по Требованию, 2014. – 122 с.

ISBN 978-5-458-60777-3

ISBN 978-5-458-60777-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2014

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2014

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

*Светлой памяти дорогого учителя
академика
ВАСИЛИЯ РОБЕРТОВИЧА
ВИЛЬЯМСА*

ВВЕДЕНИЕ

«Все свойства, все признаки всякого явления и тела находятся в процессе непрерывного изменения, и задача науки выяснить направление каждого из этих изменений и темп, с которым они совершаются».

Только такое диалектическое отношение к динамическим явлениям, нас окружающим, даст возможность предвидения — признака науки»

Е (В. Р. ВИЛЬЯМС)

Опыт мастеров высоких урожаев — стахановцев сельского хозяйства не только отчетливо показал значение одновременного и совместного воздействия на все факторы жизни растений и тем окончательно опрокинул буржуазные теории «о законе убывающего плодородия почвы», но, кроме того, с очевидностью выявил всю несостоятельность разобщенного метода исследования комплексных природных процессов.

Стахановцы синтезировали разрозненные рекомендации агрономии об обработке, посеве, удобрениях, поливах и, на основе своего опыта, учета развития самого растения и дифференцированного подхода к каждому участку своей земли, осуществили тот комплекс приемов, который обеспечивает наиболее высокое плодородие почвы.

Принятая и «священно оберегаемая» традиция разделения труда внутри с.-х. опытных станций и научных институтов не по изучаемым народнохозяйственным проблемам, а по существующим методам исследования (химия почв, физика почв, физико-химия, коллоидная химия, микробиология почв и т. д.) способствует развитию метафизического мышления и ограничивает изучение сложных природных процессов установлением двух каким-то образом связанных между собой фактов, обычно без всякой надежды на выяснение их причинной зависимости.

Стремление познать сложные процессы природы только путем установления корреляции между двумя-тремя признаками базируется на чрезмерном преклонении перед аналитическими показателями, которые принято называть «строго экспериментальным материалом», наряду с явной недооценкой углубленных наблюдений и диалектических построений о направлении природных процессов, без которых немислимо познание общих законов природы.

Не случайно поэтому, сопоставляя условия накопления органического вещества в различных почвенных типах с годовой температурой, осадками и pH верхнего горизонта почвы, проф. Тю-

рин (95) пришел к следующему отрицательному выводу: «Как можно видеть из диаграммы, кривая накопления гумуса при господстве аэробных условий не обнаруживает общего соответствия ни с одним из рассмотренных нами факторов, влияющих на процессы разложения органических веществ в почве. Отсюда следует сделать вывод, что размеры накопления гумуса обуславливаются в природе определенными сочетаниями нескольких факторов, которым соответствует тот или иной характер поступления в почву органических остатков, процессов их разложения и гумификации, накопления и разложения гумуса».

Высокая оценка любого эксперимента порождает необычайное увлечение каждым вновь предложенным методом, при посредстве которого накапливается неизмеримое количество аналитических материалов, а вслед за этим обнаруживается их плохое качество. Однако использование неудовлетворяющего метода продолжается до того времени, пока этот метод не будет сменен новым.

«В наших исследованиях, при анализе органического вещества почв и растительных материалов, — писал проф. Кравков, — мы применяли именно этот метод (Ваксмана), отлично сознавая ряд его недостатков и стараясь внести в него поэтому ряд коррективов» (48). В упомянутой уже выше работе Тюриня автор, хотя совершенно правильно указывает, что методика Ваксмана—Стивенса «не дает представления о содержании и характере гуминовых веществ» в почве, все же при дальнейшем разборе состава «гумуса» в основных почвенных типах опирается почти исключительно на аналитические данные, полученные по методу Ваксмана.

Характерным примером служит применение и до сих пор методики извлечения перегнойных веществ почвы, предложенной больше ста лет назад (в 1826 г.) Шпренгелем, заключающейся в действии на почву различных растворов углекислых щелочей или их гидратов (217).

Акад. В. Р. Вильямс всегда указывал, что вытекающую из почвы при этих условиях черную жидкость нельзя считать за раствор перегнойных веществ, так как ее с таким же успехом можно получить из любого органического тела «муки, соломы, сена, опилок, трупа любого животного» (13). Курт Симон также подчеркивает, что при воздействии щелочей на солому можно получить темноокрашенные продукты, которые могут быть приняты за гуминовые кислоты, в то время как хорошо известно, что солома их содержать не может (216). Ваксман неоднократно указывал на непригодность этой методики, так как выделенные из почвы вещества могут быть получены в процессе обработки щелочью (225). В самое последнее время такая возможность признается и Шорей, который прежде широко использовал этот метод для выделения ряда органических соединений из почвы (211).

Предупреждение С. Виноградского (235) о бесполезности разрешения биологических проблем почвы посредством каких-либо произвольных стандартных методов не было воспринято большинством исследователей.

Наличие большого количества аналитических материалов по органическому веществу почвы не устранило в основном описательного стиля в изучении природных процессов.

Каким бы методом ни были сделаны анализы по изучению органического вещества почвы, будь то определение гуминовой кислоты, выяснение взаимоотношений между целлюлозой, гемицеллюлозой и лигнопротеином, установление отношения $C : N$ и другие, — все они обычно не идут дальше сравнительного выяснения, где чего больше, и поэтому, когда исследователь на основании собранного материала пытается отыскать причинность процесса, он невольно прибегает к бесконечному количеству, зачастую противоречивых, предположений.

Изучая большое количество работ по органическому веществу почвы, мы должны отметить, насколько выгодно отличаются те из них, в которых рассматривались перегнойные вещества почвы под углом зрения причинности того или иного процесса, связанного с почвообразовательным процессом или с плодородием почвы. Уже сама по себе такая целеустремленность в разрешении поставленной задачи заставляет исследователя критически отнестись к собранным им и до него материалам, тогда как статистически-описательное направление в науке обычно влечет за собой не ревизию существующих представлений, а только констатирование приятных случаев совпадения или неприятных противоречий с данными других авторов.

Интересной иллюстрацией к сказанному служит сделанная сто лет назад работа Германа (25), который был приглашен южно-русскими помещиками для выяснения причин, обуславливающих снижение производительных сил степных новей по мере их использования. «Спрашивается теперь, — писал Германн, — отчего же происходит это явление или всеми дознанное истощение чернозема от посевов, если в нем, судя даже по виду, содержится значительное количество перегноя? И отчего, посредством пара или перелого, опять возвращается этой земле плодородие?» Автор, решая поставленный вопрос путем изучения содержания перегнойной и ключевой кислот, а также ключево-осадочной кислоты в нови и в верхнем и нижнем слое пахотной почвы, пришел к выводу о переходе, по мере использования пашни, полезной перегнойной кислоты во вредную для хлебов кислоту ключевого осадка, что влечет, по его мнению, за собой снижение урожая хлебов.

Исходя из этих результатов, Германн рекомендовал пахать старые пашни глубже, чтобы использовать перегнойную кислоту глубоких слоев почвы.

Если мы учтем, что выделение ключевой осадочной кислоты из перегнойной происходило при помощи уксусно-кислой меди, которая обычно осаждает всю наиболее мелкодисперсную часть перегноя, то станет ясно, что Германн констатировал в верхнем слое пашни распыленность перегноя, потерю его агрегатного состояния и что рекомендация более глубокой пахоты на **выпаханных** черноземах не потеряла своего интереса и до сих пор.

Широкое признание роли органического вещества в создании высокопроизводительных почв приобретает особую актуальность в связи с задачей ежегодного сбора в конце третьей пятилетки сталинских 8 миллиардов пудов зерна. Это обязывает нас коренным образом пересмотреть пути, по которым до сих пор шло изучение перегной почвы.

Из появившихся за последние годы обширных сводных работ, посвященных изучению органического вещества почвы, с очевидностью следует, насколько вопросы изучения химического состава органического вещества опередили развитие общих представлений о создании и разрушении перегноя в природных условиях. В результате мы имеем крайне запутанную терминологию составных частей перегноя, ни в какой мере не вскрывающую сущность происходящих процессов, оторванность исследований от природных условий, а отсюда — и от запросов с.-х. производства.

В последнее время большие надежды возлагаются на изучение плодородия и генезиса почв методами коллоидной химии, причем если основатель этой школы в СССР акад. К. Гедройц еще указывал на значение, которое должны иметь биологические процессы при различном составе поглощенных оснований в соединении и разрушении органических коллоидов, то его ученики считают возможным пренебречь ролью биологических факторов и объясняют, например, такие процессы, как деградация чернозема, неизвестно откуда и как появившимся водородным ионом (102).

Совершенно неоправданной кажется уверенность А. Тюлина в возможности объяснить причины различной степени плодородия отдельных участков путем учета отдельных фракций органических коллоидов, выделяемых методом дробной пептизации, оставляя в стороне как биологическую оценку этих коллоидов, так и причины, породившие их возникновение в различных почвах (102).

Методы коллоидной и органической химии могут найти применение в разрешении вопросов, связанных со значением органического вещества в создании плодородной почвы, только наряду и совместно с изучением биологических факторов.

Существующий разрыв между практикой и наукой в интересующей нас области объясняется тем, что исследования велись не на основе выявленной классиками марксизма методологии познания законов природы, сводящейся к правильному сочетанию диалектического мышления и эксперимента.

В своем классическом произведении «Естествознание в мире духов» (109) Энгельс писал: «Презрение к диалектике не остается безнаказанным. Сколько бы ни выказывать пренебрежения ко всякому теоретическому мышлению, все же без последнего невозможно связать между собою любых двух естественных фактов или же уразуметь существующую между ними связь».

Пренебрежительное отношение многих почвоведов к теоретическому мышлению, как одному из основных методов познания природы, нашло яркое выражение в недооценке диалектического

учения акад. Вильямса — основоположника нового направления почвоведения. Не будучи в состоянии раскритиковать или противопоставить учению акад. Вильямса какую-нибудь другую цельную концепцию об основных почвообразовательных процессах и о значении органического вещества в них, большинство исследователей или ограничивается указанием о недостаточности экспериментальных материалов в трудах Вильямса, или иногда критикуют его по отдельным вопросам, не имеющим принципиального значения.

Нельзя не отметить и того обстоятельства, что многими нашими исследователями ряд положений, на которых давно настаивал Вильямс, был воспринят лишь после того, как они были высказаны много лет спустя некоторыми иностранными учеными. Так, Тюрин (95) и до сих пор считает, что взгляд на перегнойные вещества почвы, как на продукт микробиологической деятельности, был развит в науке Ваксманом в 1926—1930 гг., тогда как уже с 1914 г. Вильямс во всех своих трудах вел борьбу против установившихся в науке представлений на перегнойные вещества как на продукты распада мертвого органического вещества и рассматривал все перегнойные кислоты как продукт жизнедеятельности различных групп гетеротрофных микроорганизмов (8—13).

Широко признанное сейчас значение энзиматических процессов в образовании перегнойных веществ почвы было подвергнуто остракизму в тот период, когда Вильямс впервые обосновал их значение для почвообразовательного процесса.

Такой большой знаток почвенной литературы, как А. Роде, в 1937 г. делает вывод о том, что необходимым условием возникновения подзолообразовательного процесса служит преобладание нисходящего тока воды в подзолистых почвах над восходящим (70). Автор при этом совершенно не упоминает о работах в данной области Вильямса, который еще в 1916 г. на основании своих лизиметрических данных и многочисленных наблюдений за режимом воды под пологом леса установил, что «после каждого дождя, смочившего поверхность подстилки, в ней, равно как и в почве, лежащей под ней, устанавливается медленный, но упорный в своей длительности нисходящий ток воды» (9). В издании «Почвоведение» 1926 г. приведена диаграмма лизиметрических вод, подтверждающая это положение (12). То же можно сказать и о другом важном выводе Роде, касающемся частого отсутствия иллювиальных горизонтов в глубоких слоях подзолистой почвы. Причины этого были исчерпывающе разработаны Вильямсом еще в 1919 г. в главах, посвященных передвижению продуктов подзолообразовательного процесса по элементам рельефа (10).

Нет необходимости увеличивать количество примеров, подтверждающих, что диалектический путь в изучении природных процессов дал возможность акад. Вильямсу далеко опередить своих современников и установить ряд важнейших положений в почвоведении и земледелии в период, когда наука обладала несравненно меньшим объемом экспериментальных материалов, чем теперь.

Наличие большого количества фактических материалов, собранных вне связи с определенной гипотезой, обычно не обеспечивает решения научной проблемы. Появившиеся за последние годы обширные сводки, посвященные изучению органического вещества почвы, с очевидностью подтверждают сказанное.

Сводные обзоры Майвальда (166), Ваксмана (227) и Тюрина (95), несмотря на избыточное количество в них аналитических данных, не дают ответов на ряд существенных вопросов, тесно связанных с перегнойным веществом почвы.

Вопрос о причинах разрушения алюмосиликатного комплекса почвы при разложении органического вещества в одних случаях и полное отсутствие этого процесса в других случаях обходится в некоторых работах молчанием. Существующее принципиальное отличие между подзолистой и дерновой почвами не может быть вскрыто таким грубым приемом, как обработка почвы щелочью.

Когда Ваксман указывает на то, что подзолообразовательный процесс может быть легко объяснен диспергацией лигнопротеинового комплекса в условиях недостатка оснований, то на это можно только указать, что автор в данном случае спутал причину со следствием, так как отсутствие оснований — результат подзолообразования.

Нижее мы будем иметь возможность более подробно остановиться на рассмотрении поставленных вопросов. Здесь важно отметить, что в дальнейшем изучение перегнойных веществ почвы нужно вести в более тесной увязке с природными процессами и с с.-х. практикой. В данном случае с.-х. производство должно стать тем стимулом, которым оно уже не однажды было в науке.

Говоря о значении практики, мы не склонны приходить в восторг, когда исследователь берет такой сугубо производственный объект, как навоз, разбавляет его в десять раз водой, кипятит час в лаборатории, отделяет воднорастворимую часть от твердой и затем, проследившая на протяжении 7 месяцев разложение этих двух частей бывшего навоза в двух почвах, делает вывод о важности воднорастворимой части навоза для накопления перегной в почве (105, 106).

В своем предисловии к четвертому изданию «Почвоведение» акад. Вильямс подчеркивает, что от подчинения всей системы изучения почвы как природного тела и ее существенного признака плодородия проблеме непрерывного повышения урожаев с.-х. культур теория почвоведения не только не проиграла, а выиграла, так как такое подчинение способствовало более полному рассмотрению законов, управляющих почвообразовательным процессом.

Глава I

КРИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СТАРЫХ И НОВЫХ ВЗГЛЯДОВ НА ПЕРЕГНОЙ ПОЧВЫ

Развитие наших представлений о перегнойных веществах почвы может быть рассмотрено с различных точек зрения. Наиболее подробно освещены в литературе взгляды на роль перегноя в питании растений в различные периоды развития науки и на изучение химического состава перегнойных веществ. По последнему вопросу мы имеем исчерпывающие сводные работы Трусова (89), Ваксмана (227), Тюрина (95) и многих других авторов. Значительно слабее освещены вопросы образования различного перегноя в природных условиях как продукта жизнедеятельности определенных растительных формаций и его роли в создании различных почвенных типов. Основоположителем последнего направления мы должны считать Луи Пастера — основателя научной микробиологии и, таким образом, разделить наши представления о перегное на два периода — до и после Пастера.

Предлагая такое разделение, мы далеки от мысли навязать представление о быстром признании идей Пастера и полной капитуляции устарелых представлений о перегное, как о промежуточных продуктах химического окисления органических остатков растений и животных. Напротив, полное отождествление и теперь перегноя почвы с лигнином, углями и битумами доказывает, что многими учеными идеи Пастера и его последователей не восприняты и до сих пор; другая же часть исследователей считает возможным одновременно соглашаться с представителями обоих направлений. Такое полупризнание или формальное признание роли биологических процессов в образовании перегнойных веществ тормозит развитие науки и не может больше удовлетворить ни людей науки, ни тем более нашу с.-х. практику.

Заслуга Пастера, деятельность которого совпала с мощным подъемом промышленности после свержения феодализма во Франции, состоит в том, что он первый доказал специфичность сферы действия различных микробов и их роль как возбудителей химических превращений в природе. Изучение биохимизма отдельных микробов привело Пастера к убеждению, «что этим бесконечно малым существам принадлежит в природе бесконечно большая роль» (61).

«Если бы микроскопические существа исчезли с поверхности земли, — писал Пастер в 1862 г., — то она быстро загромодилась бы мертвыми органическими отбросами и всякого рода трупами животных и остатками растений. Микробы сообщают кислороду воздуха его сжигающие свойства. Без их участия жизнь вскоре прекратилась бы, так как работа смерти оставалась бы незавершенной» (61).

В своих «Исследованиях о гниении» (1863 г.) Пастер доказывал, что гниение, происходящее при участии вибрионов, может происходить только при отсутствии воздуха или в том случае, когда сверху идет аэробный процесс, препятствующий проникновению кислорода в среду. Вибрионы, вызывающие гниение, превращают азотистые вещества в более простые соединения, но все же еще сложные. Дальнейшее разложение этих соединений может происходить только при участии аэробных бактерий или различных плесеней и мукоров, живущих только на поверхностях гниющих тел и сжигающих органические вещества до воды, аммиака и угольной кислоты (64). Таким образом Пастер дал отчетливое представление о взаимоотношениях аэробных и анаэробных процессов в природе, которое было впоследствии наиболее полно применено к почвообразовательному процессу акад. Вильямсом.

Однако замечательные открытия Пастера не нашли отражения в работах известного исследователя того времени по органическому веществу почвы — Мульдера. В своем труде «Химия пахотного слоя», изданном в 1861—1862 гг. (178), Мульдер не упоминал о Пастере и рассматривал все процессы разложения перегной в почве как чисто химические. Только в 1865 г. идеи Пастера находят отклик в агрономической работе Кетте (156) «Ферментная теория в противовес гумусовой, минеральной и азотной теории». Автор подчеркнул преимущество навозного удобрения не только по сравнению с минеральными удобрениями, но и с внесением неразложившегося органического вещества, так как они не содержат ферментативных вибрионов. Кетте рекомендовал совместное внесение минеральных удобрений с навозом и подчеркнул особую эффективность их местного внесения под свеклу (*Lochdüngung*).

В 1877 г. Негели (182) в своей монографии уже различал три основные группы низших микроорганизмов: грибы, дрожжи и бактерии. Он отстаивал их строгую индивидуальность в проводимой ими работе и непрерывную конкуренцию за овладение субстратом. «Если свежий или прокипяченный виноградный сок, — писал Негели, — или сок других плодов оставить открытым, так чтобы в него могли попасть всевозможные зародыши микроорганизмов, то размножаются только дрожжи и сок превращается в вино. Тогда прекращается размножение клеточек винных дрожжей и развиваются другие зародыши, которые до сих пор не были способны к развитию. На поверхности появляется складчатая пленка, окисляющая спирт в уксусную кислоту. Когда вино превращается в уксус и начинается образование плесени, плесневый покров, заступающий место складчатой пленки, потребляет ки-

слоту и делает жидкость нейтральной. Теперь могут начать свою деятельность бактерии; жидкость переполняется ими, и происходит гниение. В этом случае четыре стадии образования грибов (в смысле микроорганизмов), следуют одна за другой. В каждой растет и размножается только один род.

В литературе встречаются указания на то, что Негсли впервые отметил образование темных перегнойных соединений грибами.

Первые указания на влияние характера разложения органического вещества на минеральную часть почвы мы находим в конце семидесятых годов XIX столетия у Зенфта, который рассматривал разложение органического вещества как биологический процесс, интенсивность которого обуславливается сочностью растительных тканей, теплом, наличием кислорода воздуха и влажностью среды (214, 215).

Зенфт дал отчетливое представление о значении щелочных и щелочноземельных металлов в процессе образования гумуса. По существовавшему тогда представлению разложение органического вещества продолжается только до того момента, пока в нем есть основания, а так как каждое органическое вещество содержит больше углерода, воды и кислорода, чем оснований, то после использования и вымывания последних остается значительное количество обогащенного углеродом органического вещества, получившего название «гумина», или «пустого гумуса». Затем может произойти или дальнейшее его разложение после прибавления золы и извести, или медленный переход под влиянием кислорода воздуха, воды и аммиака в гуминовоаммиачную соль. Последняя способна перевести в растворимое состояние щелочные и щелочноземельные основания, вымывание которых приводит к накоплению кремнезема в верхних горизонтах почвы.

Значение кальция для быстроты разложения лесных подстилок и лесовозобновления подчеркнул в своей детальной работе Е. Эбермейер (128). Сладкий и плодородный перегной образуется, по мнению этого автора, при умеренной влажности, благоприятной температуре, полном доступе воздуха и достаточном количестве оснований в разлагающемся веществе для нейтрализации образующейся креновой кислоты. Такой перегной обычно находится в хороших лесах первого бонитета, в которых замкнутое стояние леса защищает подстилку от прямых солнечных лучей и от ветра, благодаря чему она всегда влажная. Кислый перегной обычно накапливается в высокогорных лесах, где разложение подстилки задерживается из-за низкой температуры и в сырых местах при недостаточном доступе воздуха. Многочисленные анализы в монографии Эбермейера по составу золы различных лесных подстилок были впоследствии использованы многими исследователями.

Восьмидесятые годы прошлого столетия ознаменовались большим количеством работ, посвященных выделению различных микроорганизмов из почв и навоза и определению условий, необходимых для их развития. Разработанная Кохом в 1881 г. методика

выделения чистых культур микроорганизмов на желатинных пластинках и поразительные успехи в области медицинской микробиологии послужили стимулом для изучения микроорганизмов почвы. В основном метод Коха давал возможность выделять из почвы только те микроорганизмы, которые для своего развития нуждались в протеинах или в других азотсодержащих веществах. Те формы микроорганизмов, которые не развивались на желатинных пластинках, считались случайными и незначительными для жизни почвы. Наибольшее внимание было сосредоточено на изучении клубеньковых бактерий, связанных со способностью бобовых растений фиксировать атмосферный азот (Гельригель и Вильфарт) (143), на поисках свободно живущих азотфиксаторов и нитрифицирующих микроорганизмов. Под влиянием идей Либиха (57) аммиак долгое время считался основной формой азота, пригодной как пища растений, однако в 1856 г. Уэй установил, что аммонийные удобрения в почве превращаются в нитраты.

Франк, которого не удовлетворяли доказательства предыдущих исследователей о наличии микробиологических процессов в почве путем применения антисептиков и влияния высоких температур, задался целью выделить чистые культуры микроорганизмов и определить их способность производить химические реакции (137, 138). Так как Франк считал, что обычные культурные почвы могут быть загрязнены микроорганизмами, занесенными с удобрениями, то он сосредоточил внимание на изучении целинных почв, занятых уже несколько столетий лесами или лугами. Из этих почв Франк посредством желатинных сред Коха и микроскопических исследований выделял «автохтонную» (местную) флору. Все попытки его найти среди большого количества выделенных им грибов те из них, которые переводят аммиак в нитраты, не увенчались успехом, несмотря на то, что почва буковых лесов, из которой эти организмы были выделены, содержали нитратный азот.

Дегерен установил наличие аэробных микроорганизмов в верхних слоях навоза и анаэробных — в нижних, причем разогревание навоза способствовали первые (126). Гайон подтвердил в лабораторных условиях выводы Дегерена и выделил «ферменты», разрушающие целлюлозу (140).

Большой интерес представляет работа Дегерена и Демусси, экспериментально расчленивших сферу действия биологического и химического разложения органического вещества в почве, отводя последнему процессу зону высоких температур, выше 70—80° (127).

В 1885 г. Варингтон установил влияние реакции среды на процесс нитрификации (230), а через 2 года Дегерен доказал, что плесени для жизнедеятельности нуждаются в селитре.

В 1887 г. С. Виноградский открыл существование серных бактерий, энергетика которых резко отличалась от всех известных в то время микроорганизмов. Серные бактерии не нуждались в органическом веществе и черпали нужную им энергию при окис-