

Либих Юстус

**Химия в приложении к
земледелию и физиологии**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
Ю90

Ю90 **Юстус Л.**
Химия в приложении к земледелию и физиологии / Либих Юстус – М.: Книга по Требова-
нию, 2024. – 408 с.

ISBN 978-5-519-93371-1

ISBN 978-5-519-93371-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

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 первоизданном 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.

ЮСТУС ЛИБИХ

ХИМИЯ В ПРИЛОЖЕНИИ К ЗЕМЛЕДЕЛИЮ И ФИЗИОЛОГИИ

ВВОДНАЯ СТАТЬЯ

акад. Д. Н. ПРЯНИШНИКОВА

☆

БИОГРАФИЯ,

КОММЕНТАРИИ И РЕДАКЦИЯ ПЕРЕВОДА

проф. А. Н. ЛЕБЕДЯНЦЕВА

☆

ОГИЗ — СЕЛЬХОЗГИЗ
МОСКВА ЛЕНИНГРАД 1936

Накопление фактов, таким образом, происходило, но у древних авторов не было какой-либо цельной теории питания растений, которая как-нибудь связывала бы эти факты (если не считать впрочем смутных указаний на «жир» почвы—«terrae adeps», который делает почву плодородной и количество которого увеличивается при внесении удобрений); эти представления можно считать зачатком той гумусовой теории, которая впоследствии придавала главное значение в питании растений органическому веществу почвы. Отзвуки этих представлений сохранились надолго в языке различных народностей; напомним, что наше выражение «тук» (удобрение) в прежнее время употреблялось как синоним слова «жир», и до сих пор слово «тучный» сохранило оба значения.*

Чаще всего, однако, ограничивались общим утверждением, что вода, земля, воздух и огонь (свет и тепло) являются основными факторами жизни растений.

В средние века нечего, конечно, искать прогресса в деле объяснения наблюдаемых явлений; более того, даже те знания, какими обладали римляне, в значительной степени затерялись и всплывают снова лишь спустя значительный промежуток времени. Так, книги по сельскому хозяйству, появляющиеся с конца XIII века, представляют сначала лишь компиляцию из древних авторов. В позднейших сочинениях к этим заимствованиям из древних авторов прибавляются и собственные измышления без изменения, впрочем, основных точек зрения; здесь часто даются советы, например, приурочивать время внесения удобрений к известным фазам луны, считаться при внесении удобрений с принципом комбинирования веществ однородных, например, «сухую и теплую» почву удобрять навозом «сухим и теплым», потому что «*simile simili gaudet*» (Colerus, Oeconomia, 1592 г.), или же, наоборот, с принципом уравнивания противоположностей.

Среди всей этой литературы резко выделяется по определенности воззрений на роль и происхождение минеральных веществ и на значение удобрений сочинение Бернарда Палисси (Bernard Palissy) «*Traité des sels divers et de l'agriculture*», вышедшее еще в 1563 г. Здесь мы впервые встречаемся с идеями, напоминающими идеи Либиха, но, конечно, выраженными лишь в очень общей форме. Вот что, например, говорил Палисси: «Соль есть основа жизни и роста всех посевов». «Навоз, который вывозят на поля, не имел бы никакого значения, если бы не содержал соли, которая остается от разложения сена и соломы» (под солью автор подразумевает, как он сам говорит, все необходимые для растений соли). «Если кто засекает поле несколько лет подряд не унаваживая, то посевы извлекут из земли соль, необходимую для своего роста; земля, таким образом, обедняется солями и отказывается давать урожай, поэтому нужно ее удобрить или дать отдохнуть несколько лет, чтобы она снова приобрела некоторую соленость, происходящую из дождей и рос». «Разве вам не случалось видеть, как некоторые земледельцы, перед тем как засеять то же поле пшеницей на второй год, сжигают неизрасходованную пшеничную

* То же наблюдается во французском языке (engrais, engraissement).

солому, снятую ими с поля? В золе окажется та соль, которую солома поглотила из почвы: вернуть ее обратно—значит улучшить почву».

Мы имеем здесь впервые высказанный правильный взгляд на почву как источник минеральных веществ, необходимых для растений (еще в 1800 г. многие предполагали, что растение само их синтезирует), имеем верное представление о причинах истощения почвы, о необходимости возврата зольных веществ в виде удобрений—положение, верность которого была доказана точными опытами лишь 300 лет спустя. Однако работы Палисси остались неизвестными как для большинства его современников, так и для последующих авторов, например, де-Серр (Olivier de Serres), который в сочинении своем (вышедшем в 1600 г.) «Theâtre d'agriculture» полагает, что причина действия навоза лежит в «теплоте» его*.

Кроме трудностей распространения знаний в то время, нужно отметить, что каждому предположению, как бы правильно оно ни было, противопоставлялся ряд других. Не было возможности доказать то или иное положение, так как отсутствовал количественный учет (пока не развилась химия), да и вообще в течение долгого времени недостаточно ясно сознавалась необходимость руководствоваться экспериментом, предпочитали ссылаться на мнения авторитетных философов древности (Фалес, Аристотель и др.). Первую попытку, хотя и неудачную, разрешить вопрос о питании растений опытным путем мы встречаем около 1629 г., когда ван-Гельмонт (van-Helmont) описал свой известный опыт, продолжавшийся ровно 5 лет и показавший, что ивовая ветвь весом 2 кг, посаженная в почву, при поливке одной дождевой водой может увеличиться в весе в 33 раза, не изменяя веса почвы**. Так как состав воздуха не был известен и участия угольной кислоты никто не подозревал, то ван-Гельмонт сделал вывод, что растению достаточно только одной воды для своего роста, т. е. в сущности пришел к подтверждению учения древнегреческого философа Фалеса, которое заключалось в том, что все произошло из воды, и стояло в резком противоречии с опытом земледельцев.

Вскоре после этого (около 1650 г.) Глаубер (Glauberus) выдвинул гипотезу, что селитра*** является основой роста (т. е. главным фактором урожайности). Основное положение сформулировано им так: «*Sal et nitrum est unica vegetatio, generatio omnium vegetabilium, animalium, mineralium*», или, в приблизительном переводе: «соль и азотная кислота (может быть, соли азотной кислоты) являются единственным началом роста, порождающим все растительное, животное и минеральное». При этом Глаубер основывается на опы-

* Эта мысль навеяна, очевидно, парниковой культурой, где навоз действительно служит источником тепла.

** «Навеска» почвы, помещенной в глиняный сосуд, была достаточно большой—около 100 кг сухой почвы; поэтому убыль зольных веществ из почвы, взятых деревом, не сказалась заметно на изменении веса, и ван-Гельмонт решил, что почва не участвовала в питании растений.

*** Наше слово «селитра» есть испорченное латинское *sal nitri* (соль азотной кислоты) или *sel* (французское) *nitri*, в испанском—*salitra*, т. е. в скрытой форме в термине «селитра» содержится указание на участие азотной кислоты в ее образовании.

тах, а не на одних рассуждениях. Получив селитру из земли, взятой из-под навеса для скота, он заключил, что селитра образовалась за счет выделений животных, а, значит, ее основное начало содержится в пище животных, т. е. в растениях. Ясно, что здесь речь шла об азоте, но это слово не было еще сказано. Глаубер нашел, что прибавление селитры к почве дает сильный прирост урожая, и удобрительное действие навоза (а также перьев, волоса, рога) он связал с образованием селитры. Но взгляды Глаубера, как в свое время и взгляды Палисси, не оказали влияния на земледелие; они и не были оценены по достоинству и противопоставлены неопределенным рассуждениям о «жире» почвы и теплоте навоза как о побудителях роста растения.

Но все же постепенно стремление опытным путем решить основные вопросы питания растений все чаще проявляется, и через 40 лет после Глаубера Вудворд (Woodward) (1699 г.) в Англии занялся проверкой вывода ван-Гельмонта и попробовал не давать растению ничего, кроме воды; он показал, что мята развивается лучше, если ее выращивать в речной воде, чем в дождевой, а еще лучше был рост, если в воде взбалтывалось некоторое количество садовой почвы.

Вудворд приводит следующие цифровые данные для своего опыта. Прирост веса растений за 77 дней составлял (в гранах):

Дождевая вода	17
Водопровод Гайд-парка	139
То же с прибавкой земли	284

Таким образом, Вудворд опроверг взгляд ван-Гельмонта и пришел к выводу, что одной воды для развития растений недостаточно, что почва содержит нечто, способствующее росту растения (что было давно известно сельским хозяевам из повседневного опыта). Однако на континенте опыт Вудворда, видимо, остался неизвестным, так как во Франции Дюгамель (Duhamel) в 1758 г. описал удачные опыты выращивания растений в воде; но он брал воду из реки Сены (в которую, конечно, попадали городские отбросы), не вводя контрольных сосудов с дождевой водой, как это делал Вудворд, а потому пришел, как и ван-Гельмонт, к выводам, противоречащим сельскохозяйственной практике.

Весь вопрос заключался в выяснении того, что же дает почва растению; в этом отношении господствовало представление об органическом веществе почвы, как имеющем наибольшее значение, но тогдашние обозначения этого вещества («тук», или «жир», почвы) наталкивали мысль на неправильный путь. Выражаясь современным языком, можно сказать, что искали разгадки плодородия почвы в безазотистых и беззольных органических веществах, видели в почве источник углерода, игнорируя мысли Палисси о значении зольных веществ и опыты Глаубера, справедливо видевшего в органическом веществе источник для образования селитры. Туманность постановки вопросов в то время усиливалась еще благодаря представлению о возможности превращения одних элементов в другие в самом растении: так, например, из того факта, что «растительная щелочь» (калий) отличается от «минеральной щелочи» (натра), заключали, что растение само создает ту щелочь, какая ему нужна.

Так, в 1766 г. упсальский профессор В а л л е р и у с (Vallerius), автор сочинения «Fundamenta agriculturae chemica», утверждал, что зольные части растений, полученные им при химическом анализе, не тождественны с теми, которые содержит почва, и что они приготовляются растением из воды и воздуха. «Жирной» субстанции гумуса Валлериус придает главное значение и ею объясняет действие на почву навоза и всякого перегноя. Слоям почвы (в частности селитре) он приписывает лишь значение растворителей «жира» почвы*.

Но среди господствовавших тогда воззрений от времени до времени проскальзывали иные взгляды, напоминающие учение Палисси о зольных веществах, как наиболее важных для растения составных частях почвы; так Р ю к к е р т (Rückert) писал в 1789 г.: «Различные земли (Erdarten) нужны для питания растений сами по себе (materiell). Каждое растение требует особого состава почвы, на которой оно удастся всего лучше. Отсюда происходит, что некоторые растения при многолетней культуре без перерыва очень истощают поле и более на нем не рождаются, тогда как другие, требующие меньше потребленной первыми составной части, все еще удаются на том же поле. Так как абсолютное количество и отношение различных земель в почве и в урожае можно определить, то можно рассчитать, когда данное поле будет истощено. Однако можно устранить это истощение с помощью такого удобрения, которое содержит преимущественно недостающее вещество. Поэтому разные растения требуют разных удобрений» и т. д.

Эта теория истощения, столь близкая к либиховской (включая закон минимума), создана была Рюккертом еще в эпоху господства учения о флогистоне; но хотя автор исследовал состав золы 43 растений, методика анализа почвы и растения, применявшаяся Рюккертом, была недостаточно совершенна для того, чтобы его аргументы могли быть убедительными для современников.

В Англии, которая в то время шла впереди Германии, мы находим случаи еще более определенного признания роли не только зольных веществ вообще, но попытки выяснить роль отдельных элементов экспериментальным путем. Так, в 1795 г. Д ю н д о н а л ь д (Dundonald) доказывал необходимость для растения фосфорнокислых солей, а еще раньше (1756 г.) Г о м (Horne) на основании опытов в сосудах пришел к выводу о необходимости солей калия для успешного развития растения; вот цифры этого своеобразного вегетационного опыта, приводимые Ресселем (Russel) (число колосьев ячменя) (см. табл. на стр. 10).

«Но,—замечает Рессель в своем историческом очерке,—эти довольно ясные результаты опутывались таким лабиринтом неточных и сбивчивых объяснений, что никакой сельский хозяин не мог уловить их значения, да и не было оснований, побуждающих к выделению их из массы ложных положений»**.

* Исходя из положения, что *nutritio non fieri potest a rebus heterogeneis. sed homogeneis*, Валлериус заключил, что только органические вещества почвы являются питательными для растений (*nutritiva*), другие же составные части почвы играют роль вспомогательных (*instrumentalia*); так, по его мнению, мел (а может быть, и соль) может способствовать растворению «жирных» веществ гумуса.

** Рессель. Питание растений и урожайность. 1930, стр. 9.

	Без удо- бления	Селитра	Калий- ная соль	Оливко- вое ма- сло	Известь, нашатыр- ный спирт и оливковое масло
Бедная почва	10	11	—	—	16
Более богатая почва . . .	17	15	29	9	—

Верные представления о роли минеральных солей почвы в деле питания растений, прорываясь в отдельных работах конца XVIII века, затем снова теряются; даже в 1800 г. в ответ на вопрос, предложенный Берлинской академией, о происхождении зольных частей растений получился известный ответ в сочинении Шрадера (Schrader), что растения якобы производят свои зольные вещества посредством жизненного процесса, а поэтому не нуждаются в доставлении их извне*.

Но если в течение XVIII века не было выработано прочных знаний об источниках и значении минеральных солей и о роли почвы, зато с полной точностью и очевидностью (казалось бы) решен был вопрос о роли атмосферы и об источнике углерода растений.

Именно к XVIII веку относятся работы Лавуазье (Lavoisier), который положил основание современной методике в химии. Установив состав воздуха (1775 г.), он вскрыл сущность процессов окисления, горения и дыхания; сделав весы необходимой частью лаборатории и введя количественный учет в изучение химических превращений, Лавуазье установил закон сохранения вещества при всех его превращениях. После Лавуазье новая методика химического исследования могла быть применена к изучению обмена веществ между растениями и окружающей средой, что сказалось уже на работах современных Лавуазье, начатых Пристлеем (Priestley), продолженных Ингенгюзом (Jngen-Housz) и Сенебье (Senebier), а в особенности на позднейших работах Соссюра. Но Лавуазье занимался и вопросами, имеющими непосредственное отношение к агрохимии. Он оставил начатую рукопись, которая была найдена и напечатана Дюма (Dumas) только в 1860 г.; из этой рукописи видно, что Лавуазье незадолго до смерти (1794 г.) обратил внимание на вопросы питания растений и животных; в предисловии находятся следующие замечательные строки:

«Растения почерпают материалы, необходимые для своей организации, в воздухе, который их окружает, в воде, вообще в минеральном царстве».

«Животные питаются или растениями или другими животными, которые, в свою очередь, питались растениями, так что вещества, из которых они состоят, в конце концов всегда почерпнуты из воздуха или из минерального царства».

* Шрадер нашел в проростках в четыре раза больше золы, чем в семенах; причиной была нечистота воды и той среды, в которой прорастивались растения (серный цвет).

«Наконец, брожение, гниение и горение постоянно возвращают атмосфере и минеральному царству те элементы, которые растения и животные из него заимствовали».*

Если бы этот труд Лавуазье был закончен, то минеральная теория растений была бы признана на 50 лет ранее. Либиху не пришлось бы тратить сил на борьбу с гумусовой теорией, которая достигла наибольшего расцвета как раз после того, как рукой Лавуазье написаны были приведенные выше строки; но они остались неизвестными современникам, и полвека блужданий легло между Лавуазье и Либихом.

В 1772 г. Пристлей заметил, что растения способны в некоторых условиях исправлять воздух, испорченный животными. Свое наблюдение над исправлением воздуха растениями Пристлей сделал раньше, чем открыл кислород; когда же позднее он, умея уже определять кислород, хотел повторить свой опыт, то не сумел подтвердить первых результатов, так как не знал, что только зеленые растения и только на свету выделяют кислород; поэтому Пристлей не мог ничего противопоставить утверждению Шееле (Scheele), что растения так же, как и животные, портят воздух своим дыханием.

Только Ингенгуз (1779 г.) разъяснил причины этих противоречий, доказав, что Пристлей упустил из виду связь, существующую между выделением зеленым листом кислорода и светом. Сенебье показал, что необходимым условием выделения кислорода является присутствие углекислоты в окружающем воздухе и что эта углекислота является источником углерода растений; таким образом, выяснилось, что «исправление воздуха» растениями есть процесс питания, а не дыхания, и что прирост веса дерева в известном опыте ван-Гельмонта зависит от участия воздуха (углекислоты) в питании растений. Отсюда Сенебье пришел к заключению, что в удобрениях присутствие перегноя важно не потому, что он служит пищей растению, а потому, что он способен приходить в брожение и развивать углекислоту; он полагал, что корни воспринимают эту углекислоту почвенного раствора и приводят ее к листьям, где она под влиянием света разлагается, отдавая углерод тканям, а кислород выделяя в воздух. Что касается воззрения Сенебье на зольные части, то он полагал, что они увлекаются механически с водой, поступающей в растение, поэтому он скептически относился к употреблению минеральных удобрений.

Продолжателем работ Сенебье явился Соссюр (Saussure). Помимо ряда точных работ по ассимиляции углерода и дыханию, он первый подверг обстоятельному анализу золу растений и пришел к выводу, что минеральные вещества не случайно проникают в организм. «Малое содержание солей не служит доказательством их бесполезности, — говорит Соссюр. — Фосфорнокислая известь, содержащаяся в животном организме, не составляет, быть может, 5% его веса; никто не сомневается, однако, что эта соль необходима для образования костей. Я нашел ее в золе всех растений, какие

* Grandea u. Chimie et physiologie appliquées à l'agriculture, p. 39, 40.

только исследовал, и нет ни малейшего повода утверждать, что они могут обойтись без нее».*

Кроме анализа золы, Соссюр поставил опыт для проверки утверждения Шрадера, причем он применил в качестве беззольной среды дистиллированную воду и показал, что растения, выращенные без доставления минеральных веществ извне, содержат их ровно столько, сколько их было в семенах.

Соссюр видел в атмосфере главный источник углерода растений, а в почве — источник зольных веществ, и в этом отношении Соссюр говорил почти то же самое, что Либих, который впоследствии и использовал те же данные анализов Соссюра для развития и распространения среди широких кругов минеральной теории питания растений. Но в свое время Соссюр не был замечен и достаточно оценен современниками; особенно в Германии он остался неизвестным для сельскохозяйственных деятелей того времени.

Теперь может казаться странным, как можно было говорить об усвоении углерода из перегноя после того, как Сенебье и Соссюр так ясно показали, что углерод берется из углекислоты атмосферы; но дело в том, что не было данных и для того, чтобы сказать, что только одного углерода атмосферы достаточно для обеспечения нормальных урожаев растений углеродом; а ежедневный опыт сельских хозяев показывал к тому же, что существует какая-то связь между урожайностью почвы и количеством органических веществ, вносимых в нее или остающихся в ней в виде урожайных остатков (а содержание азота в этих остатках долго не останавливало на себе внимания).

Соссюр, указывая на значение перегноя для плодородия, между прочим, отмечает, что перегной содержит те же самые зольные вещества, какие встречаются в растениях; это несколько напоминает позднейшую органо-минеральную теорию Г р а н д о (Grandeau), который пытался приписать гумусу роль передаточной инстанции для минеральных веществ, поступающих в растение.

Но другие шли дальше Соссюра в этом направлении и прямо говорили об органическом веществе почвы как источнике углерода, не считаясь со всем тем, что было сделано Лавуазье и Соссюром; так, например, известный английский химик Дэви (Davy) писал в 1813 г.: «Растворы веществ слизистых, клеевых, сахаристых, маслянистых, экстрактивных, а также и растворы углекислоты в воде содержат, так сказать, все начала, необходимые для жизни растений»**. Дэви говорил о золе, например, что она может быть хорошим удобрением, так как содержит много угля, и даже пытался узнать, не поступает ли в корни растений непосредственно тонко измельченный уголь, а получив отрицательный ответ на опыте, он объяснил, что углерод может поступать в корни в растворимых соединениях. Удобрительное действие углекислого аммиака Дэви также объясняет тем, что это вещество содержит в себе 4 органогена. Соли он считал необходимыми постольку, поскольку они сообщают организму большую крепость

* S a u s s u r e. Recherches chimiques sur la végétation. Paris, 1804, p. 26.

** Цитировано по французскому переводу: Elements de chimie agricole par H. D a v y, t. II, p. 6.

(подобно веществу костей в теле животных) и способность противостоять паразитам. Такими же сторонниками питания растений гумусом были в Италии Г а д з е р и (Gazzeri), во Франции Ш а п т а л ь (Chaptal).

Но более всех популярности этой неверной теории питания растений невольно способствовал Т э е р (Thaer) (1752—1828 гг.), так много поработавший в деле преобразования сельского хозяйства в Германии. Тогда (100 слишком лет тому назад) Германия переживала переходную стадию,—это был период упразднения трехполья и перехода к плодосменному хозяйству с возделыванием клевера и корнеплодов на полях, с улучшенными приемами в области животноводства и пр. Тэер немало способствовал введению улучшенных приемов культуры как своими сочинениями, так и собственной деятельностью. Именно Тэер был основателем первой на земном шаре высшей сельскохозяйственной школы, которая была им создана не в научном центре, а в имении (Мёглин), что было характерно и для других сельскохозяйственных академий долибиховского периода и стало впоследствии предметом резкой критики со стороны Либиха.

Воззрения Тэера, благодаря его широкой деятельности и авторитету, которым он пользовался среди сельских хозяев, приобрели широкое распространение, а так как Тэер держался гумусовой теории питания растений, то ее усваивали и его многочисленные читатели. В сущности же Тэер, который всегда настаивал на важности естественно-научных основ сельского хозяйства, сам не был исследователем-экспериментатором,—он обосновывал свои взгляды по питанию растений на имевшихся в то время чужих исследованиях; хотя работы Сенебье ему были известны, но на пути к правильной их оценке стали опыты некоего Г а с с е н ф р а т ц а (Hassenfratz), который, определяя углерод в семенах и в полученных из них в водной культуре ростках, всегда наблюдал убыль углерода. Причина убыли была на самом деле в недостаточном освещении и в незнании того, какие вещества нужно дать растению в водном растворе для того, чтобы ассимиляция шла энергично. Однако отсюда был сделан вывод, что без доставления перегной корням растение все-таки не может обеспечить себя углеродом; с этим ставились в связь факты действительности, свидетельствовавшие о полезности органического вещества почвы, сами по себе верно наблюденные, но неверно объясненные (упускали из виду значение азота гумуса и ошибочно искали объяснения в области питания углеродом).

Раз приняв гумусовую теорию питания, Тэер систематически проводил ее, выражаясь о гумусе, например, так: «Плодородие почвы зависит, собственно, целиком от него, так как, кроме воды, он представляет единственное вещество почвы, могущее служить пищей растениям». На этой же теории строилось учение об истощении и возмещении плодородия почвы и о севооборотах; предполагалось, что чем больше питательных веществ содержит растение, тем больше оно поглощает и гумуса; например, пшеница требует больше гумуса, чем рожь. Но гумус, дающий начало жизни, одновременно является и результатом ее; если растение гнивает на том же месте, где выро-

сло, то количество гумуса увеличивается, так как во время жизни оно усвоило и превратило в гумус другие, более простые (rohe) вещества. Поэтому некоторые растения, отличающиеся энергией ассимиляции, могут оставлять почве больше органического вещества, чем брать из нее: такие растения не истощают, а улучшают почву (клевер). Минеральным веществам почвы отводилась роль косвенная: они по этой теории ускоряли процессы разложения в почве и переводили гумус в форму удобоусвояемую. Однако ошибочно было бы одному Тэеру приписывать исключительную роль в поддержании гумусовой теории; не следует забывать, как мы уже указывали, что такие выдающиеся химики, как Дэви и Берцелиус (Berzelius), придавали значение усвоению углерода через корни, а среди немецких ботаников гумусовая теория еще в 30-х годах пользовалась популярностью*. В сущности во взглядах этих авторов наблюдается известного рода дуализм, именно, признавая вместе с Сенебье и Соссюром ассимиляцию углерода из углекислоты воздуха, наряду с этим они допускают усвоение его из перегноя, причем центр тяжести в разных случаях у них перемещается то в сторону одного, то другого процесса.

Многие крупные ученые того времени не разделяли взглядов Тэера и других последователей гумусовой теории. В особенности же в числе этих авторов следует упомянуть Буссенго (Bous-singault) во Франции и Шпренгеля (Sprengel) в Германии.

Буссенго, впоследствии столь известный своими классическими работам по ассимиляции углерода и азота растениями, с 1837 г. ставил свои первые опыты в песчаных культурах, причем в прокаленный песок вводил некоторые количества золы, но не вводил никакого органического вещества; значит, Буссенго не держался гумусовой теории; для него было ясно, откуда растения берут углерод (азот в этом опыте не вводился, чтобы испытать отношение растений к свободному азоту воздуха). Кроме того, Буссенго, которого по праву можно считать основателем первой на земном шаре агрохимической опытной станции, с 1834 г. предпринимал количественный учет прихода и расхода отдельных элементов за целый севооборот (изучалось 5 севооборотов), причем было установлено, что углерода в урожаях уносилось гораздо больше, чем вносится в почву в виде навоза, а зольных веществ при этом уносилось меньше.

Кроме заключений, которые мы можем вывести из постановки экспериментальных работ Буссенго, мы находим у него и прямую критику воззрений Тэера; так, он писал в 1838 г.: «Я замечу лишь, что этот метод (тэеровская статика) основан на принципе, подлежащем оспариванию, а именно, что истощение почвы пропорционально количеству питательных веществ** в снятом урожае; в действительности допустить принцип, принятый этим знаменитым автором, значит, молчаливо признать, что все органическое вещество происходит из почвы. Почва, несомненно, способствует в известной степени развитию растений, но известно также, что воздух наравне с почвой участвует в этом.

* См. Julius Sachs. Geschichte der Botanik.

** Здесь имеется в виду питательность для животного организма.