

Классификация гумуса



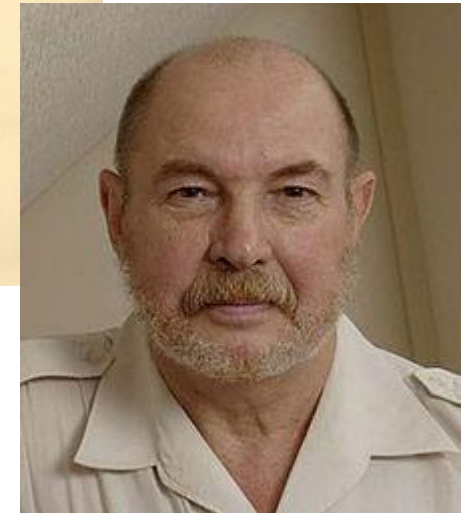
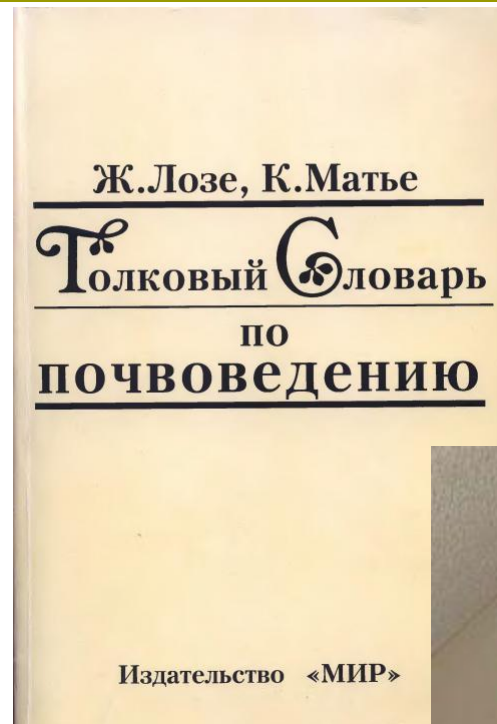
А. И. Попов

Гумус (от лат. *humus* — земля, почва)

- в соответствии с ГОСТом 27593-88 (СТ СЭВ 5298-85) под гумусом понимается часть органического вещества почвы, представленная совокупностью специфических (гуминовых) и неспецифических органических веществ почвы, за исключением соединений, входящих в состав живых организмов и их остатков;

Гумус

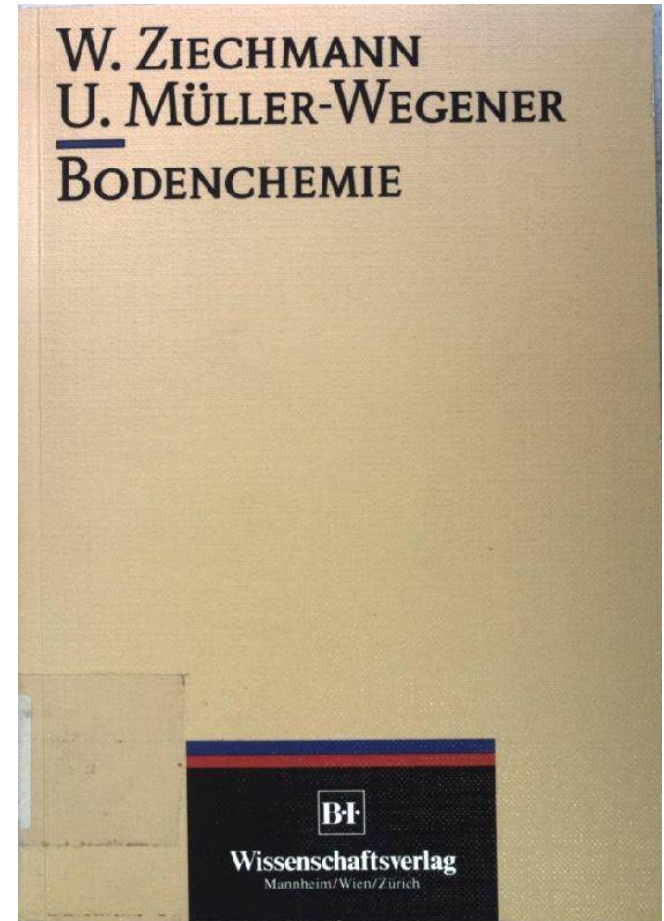
- согласно **Ж. Лозе** и **К. Матье**, гумус – совокупность тёмно-окрашенных и относительно устойчивых продуктов различных стадий разложения органического вещества почвы;



Clément Mathieu (1940-) ₃

Гумус

- **Вольфганг Зихман и Уве Мюллер-Вегенер** гумусом называют высоко организованные системы, состоящие из гуминового и негуминового органического материала;



Гумус

□ вместе с тем в литературе довольно часто гуминовые (или гумусовые) вещества отождествляют с термином «гумус», например, **Людмила Николаевна Александрова (1980)** считала, что гумус – специфические (гуминовые) органические вещества почвы: гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумин;



(1908-1983)

Гумус

□ по мнению **Инны Борисовны Арчеговой**, гумус – органическое, органо-минеральное коллоидное вещество, которое устойчиво связано с минеральной массой;



(1931-)

Гумус

- в современном словаре иностранных слов (1992), под термином «гумус» понимается перегной – органическая часть почвы, образующаяся в результате биохимического превращения растительных и животных остатков;

Гумус

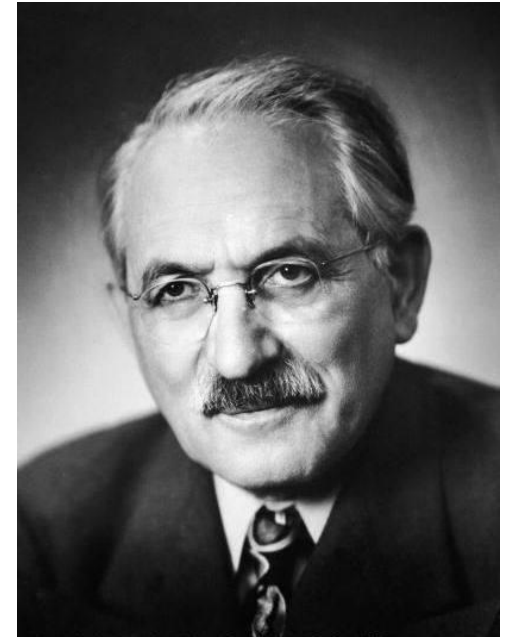
□ В соответствии с мнением немецкого химика **Фриедгельма Корте** (1997), гумус — комплексная довольно устойчивая смесь аморфных коллоидных веществ тёмно-коричневого или тёмно-бурого цвета; образуется в результате *гумификации* продуктов разложения органических остатков;



Friedhelm Korte
(1923-2013)

Гумус

- как полагал **Сельман Абрахам Ваксман**, американский микробиолог и биохимик, гумус – сложный агрегат аморфных веществ, окрашенных в коричневый или тёмно-бурый цвет, получившийся путём разложения микроорганизмами растительных и животных остатков при аэробных или анаэробных условиях в почве, компостах, торфяных болотах и водных бассейнах.



*Selman
Abraham
Waksman*
(1888-1973)

Гумус

Другими словами, как считал С. А. Ваксман, гумус – совокупность органических веществ, претерпевающих различные стадии разложения и синтеза, а не определенная стадия разложения органического материала;



Гумус

- **Мария Ивановна Дергачева** рассматривает гумус как систему педогенных разновозрастных веществ, которым свойственны динамичность состояния, цикличность внутрисистемных превращений и вследствие этого динамично-устойчивый тип существования в годовом цикле развития почв;



Гумус

- Наиболее образное определение гумусу дал **Сергей Александрович Вильде (1971)**.



*Sergey Alexandrovich
(Sergius Alexander)
Wilde
(1898-1981)*

Гумус

Перевод высказывания этого учёного звучит следующим образом: «Гумус — что это такое? Душа почвы. Продукт и источник жизни. Посредник опавших листьев и соли земли. Часть круговорота природы ... река, которая впадает в себя же; река жизни, передающая энергию из почвы в растения, а затем в животных и обратно в почву. Один из тёмных компонентов почвы, который все ещё остается им, несмотря на электронные анализы» (1971).

Вера Владимировна Пономарёва и Татьяна Алексеевна Плотникова писали: «Нередко, говоря о том, что такое гумус, ограничиваются определением, что это специфический продукт биохимического превращения растительных и животных остатков, более сложный и устойчивый к разложению, чем органические остатки, из которых он образовался.



Иногда говорят, что гумус – промежуточный продукт разложения органических остатков. Оба определения, особенно второе, нельзя считать правильными. Говоря о происхождении и природе гумуса, нельзя ограничиваться лишь биохимической стороной вопроса: у него есть очень важная **экологическая сторона**, которая заставляет отвечать не только на вопрос, что есть гумус, но и почему, для чего в поверхностном слое суши Земли образуется и накапливается гумус».

Оригинальной точки зрения придерживался датский лесовод и почвовед **Петер Эразм Мюллер**, который считал, что **гумус** — биологическая система, в которой взаимодействуют органические вещества, минеральные соединения, микрофлора (прокариоты и грибы), микрофауна (протисты и микроскопические беспозвоночные) и растительность, а не совокупность определенных химических соединений.



***Peter Erasmus
Müller***
(1840-1926)

Теперь такой подход можно назвать экологическим. С позиций экологии процесс гумификации является связующим звеном между совокупностью живых организмов (биоценозом) и той абиотической средой, которая стала материальной основой жизни и средой обитания.

П. Е. Мюллер (P. E. Müller) различал два основных *типа гумуса: мор и муль (мюль)*; позднее Е. Раманном (E. Ramann) введёно понятие ещё одного типа **гумуса** — «модер».

Идеи, развитые П. Е. Мюллером, получили дальнейшее развитие и в 20-м веке.

Экологический тип гумуса – понятие, относящееся к совокупности *подстилки* и *гумусового горизонта* с характерными для них морфологическими, биохимическими и химическими признаками.

Экологический тип гумуса

Классификация гумуса основана прежде всего на морфологии гумусовых горизонтов, которая представляет собой результат основных процессов образования органического вещества — минерализации и гумификации.

К важным элементам классификации относятся также природа образовавшихся продуктов и формы связи их с минеральной частью почвы, обуславливающие макроструктуру и даже микроструктуру.

Экологический тип гумуса

Биологические факторы имеют, следовательно, совершенно особое значение; ведущую роль при минерализации и гумификации играет не только микробиологическая активность, но также и деятельность животных (артропод, круглых и дождевых червей).

Все это способствует механическому размельчению опада, его внедрению в минеральное вещество и образованию органо-минеральных комплексов.

Соотношением этих биологических факторов обуславливается относительное значение двух характерных гумусовых горизонтов – органический горизонт, лежащий на минеральной почве, неполно разложившийся и еще сохраняющий структуру растительного опада и смешанный горизонт, одновременно органический и минеральный, с очень изменчивой структурой, зависящей от типа гумуса и возникающей в результате образования комплексов из минерального и органического веществ; последние трансформированы в результате биологической активности.

Микроклиматические условия формирования гумуса также немаловажны, на что уже указывалось при описании основных процессов – минерализации и гумификации.

Это привело большинство исследователей к мысли о необходимости выделять три главных типа гумуса, образовавшегося при аэробии (что не исключает существование периодов временного анаэробии): *мюль*, *модер* и *мор*.

Кроме того, выделяют гидроморфный гумус, появляющийся в условиях преобладающего анаэробии: *анмоор* (временный анаэробии), *торф* (постоянный анаэробии).

Каждый тип гумуса характеризуется определенными химическими свойствами, важнейшими из которых являются соотношение C:N, *кислотность* и *степень насыщенности основаниями*.

В известной мере тип гумуса определяется составом почвенной биоты.

Все внешние факторы, которые оказывают влияние на формирование того или иного типа гумуса, в совокупности определяют интенсивность биологического круговорота.

При высокой его интенсивности из исходного органического материала образуется **гумус** типа **мулль**, при низкой – **мор**.

Участие биоты в трансформации органического материала

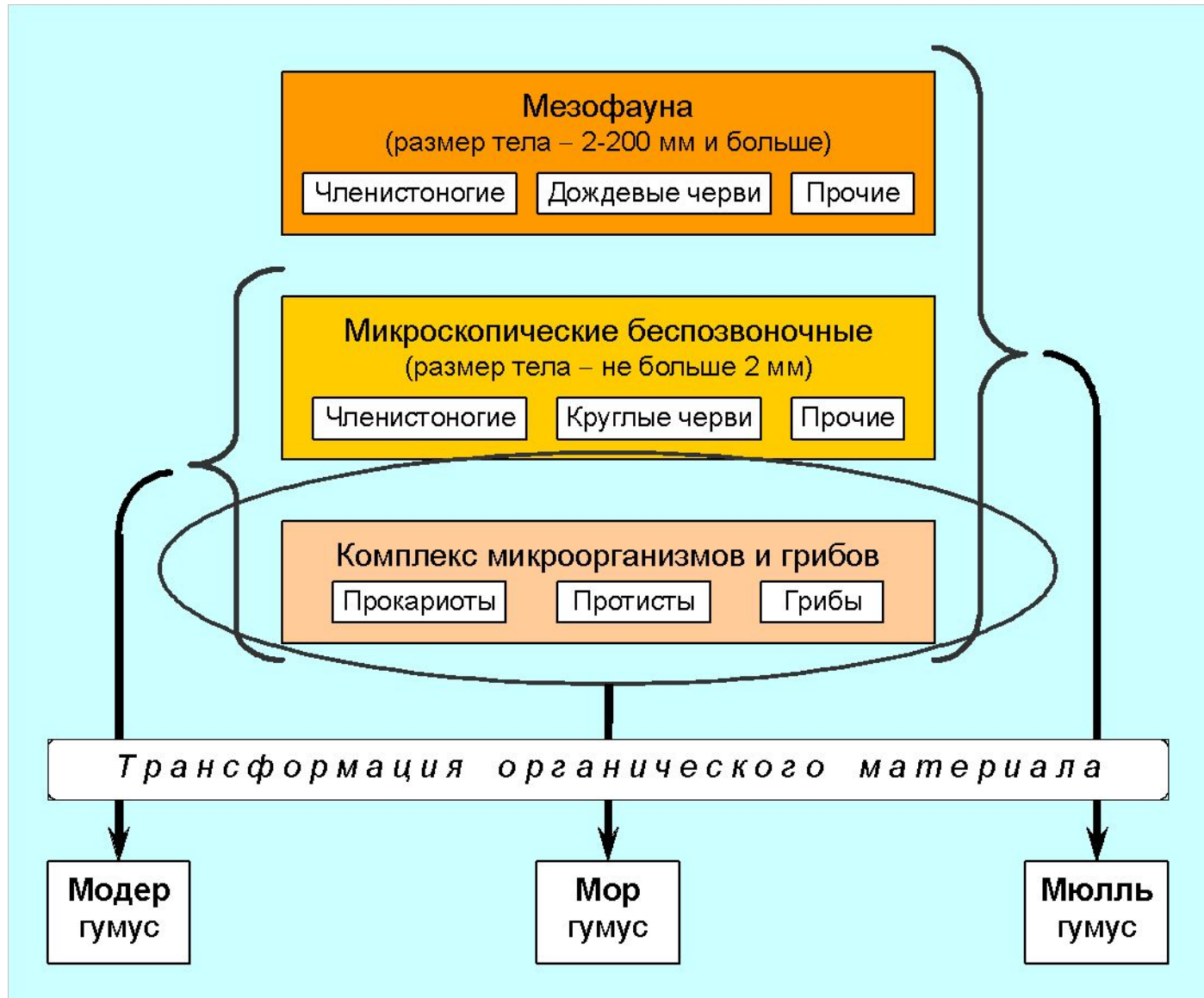
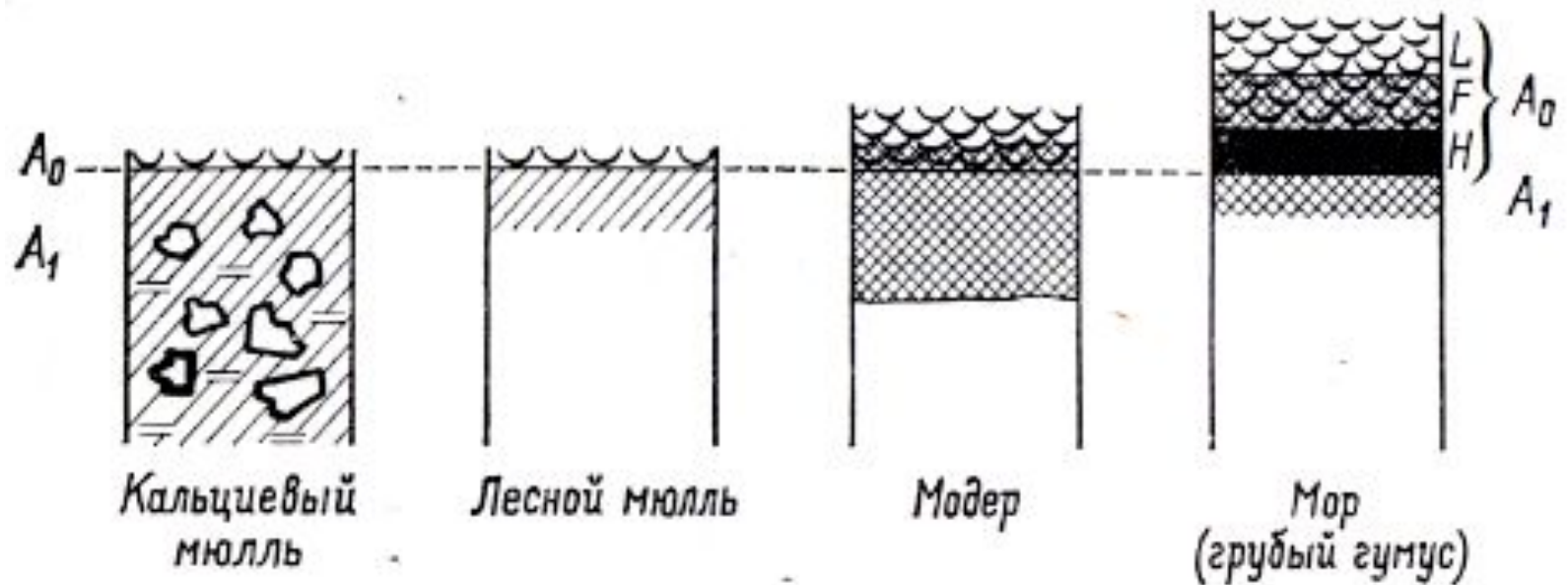


Схема главных типов гумуса



L – подстилка; F – полуразложившаяся подстилка;
 H – гумус.

Типы гумуса



Mor

- matted F horizon
- abrupt boundary between mineral s and organic layer



Moder

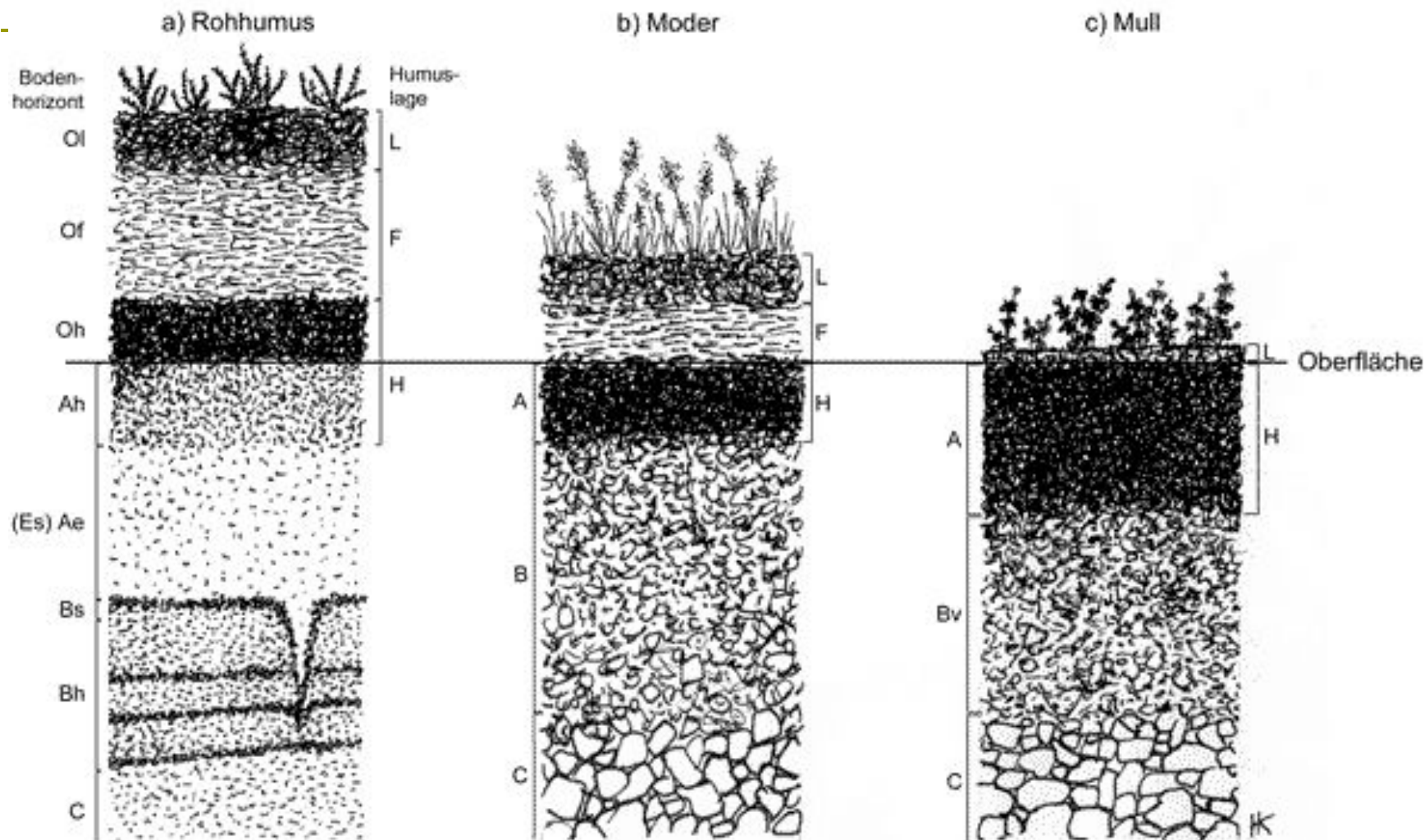
- loosely structured F horizon
- more gradual boundary between mineral soil and organic layers



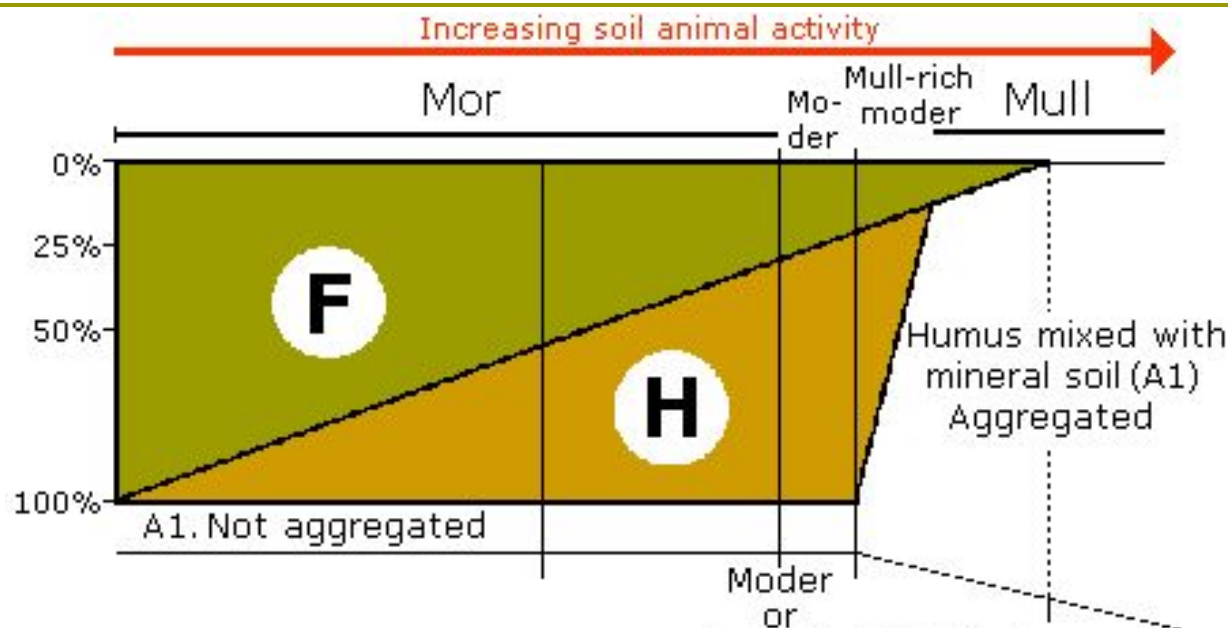
Mull

- F and H horizons thin or absent
- organic-enriched mineral soil horizon (Ah) present

Типы гумуса



Типы гумуса



numbers in %
show the share of
F- and H-layers,
respectively, of
the total thick-
ness of the
mor layer (F+H)

Mor1
S-layer
F > 50%
H < 50%

Mor2
S-layer
F 25-50%
H 50-75%

"Peatlike" mor
S-layer
F < 25%
H 75-100%

Mull-rich moder
S-layer
F < 2cm
H a few number of aggregates included

Mull
F < 2cm
also valid as outline for gyttja soil

Outline showing the different humus forms and how they are related to each other.

Классификация гумуса

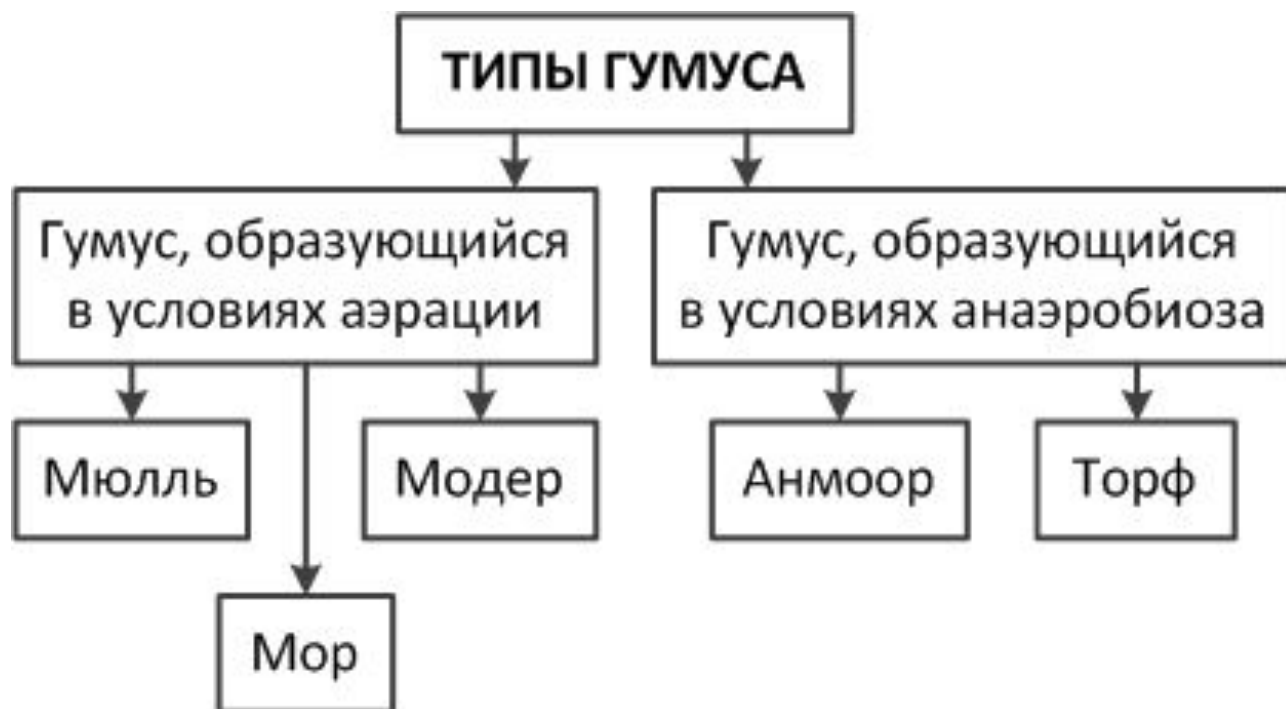


Схема классификации типов гумуса

Биологическая активность	Взаимодействие гумуса с глинистыми минералами	Аэрируемость среды			
		Среда аэрируется	Среда влажная, более или менее аэрируемая	Среда, временно насыщаемая влагой (уровень грунтовых вод — колеблющийся)	Среда, почти постоянно насыщена влагой (уровень грунтовых вод близок к поверхности)
← Уменьшение	Гумус включен в глинисто-гумусовый комплекс	Мюллер	Гидромюллер		
	Неполное перемешивание. Глинисто-гумусовый комплекс отсутствует	Модер	Гидромодер	Анмоор	
	Мощный A_0 , не смешанный с минеральными горизонтами	Мор	Гидромор		Торф ₃₀

1. Гумус, образующийся в условиях аэрации.

а) *Морфология и степень смешения с минеральным веществом:*

Мор — ничтожное или слабое смешение органической части с минеральной; горизонт A_0 очень отчетливый и мощный.

Модер — неполное смешение органической части с минеральной; неясная граница между A_0 и A_1 ; отсутствует образование глинисто-гумусового комплекса; в основе микроструктуры находятся органические микроагрегаты, прилипшие к минеральным частичкам.

Мюль — полное включение органической части в минеральную с образованием глинисто-гумусового комплекса. A_0 отсутствует; в основе микроструктуры находятся глинисто-гумусовые агрегаты размером от 0,1 до 1 мм.

б) *Биохимия*:

Мор — слабая трансформация опада, производимая главным образом грибами, особенно миксомицетами.

Модер — сильная биологическая трансформация под влиянием артропод в сочетании с влиянием грибов и бактерий.

Мюль — сильная биологическая трансформация под влиянием дождевых червей и бактерий; образование глинисто-гумусового комплекса.

Подчеркнем, что кальциевый мюль, то есть мюль, насыщенный кальцием и магнием, следует классифицировать отдельно по причине его сильной гумификации, приводящей к обильному и глубокому включению органического вещества, которое тесно связано с глиной в пределах горизонта A_1 .

2. Гумус, образующийся в условиях анаэробного.

а) *Морфология и степень смешения с минеральным веществом:*

Торф – ничтожное или слабое включение органической части в минеральную; волокнистая структура.

Анмоор – если не сплошное, то по крайней мере заметное включение, ощущаемое до глубины 10-20 см; структура массивная.

б) *Биохимия:*

Торф – биохимическая трансформация очень слабая.

Анмоор – биохимическая трансформация сильная, развивающаяся под влиянием перемежающегося воздействия аэробных и анаэробных организмов; гумификация интенсивная.

МОР (от нем. *Moor* – торфяник), или **мор-гумус** – **грубый гумус** – неразложившиеся или слабо разложившиеся остатки преимущественно растительного происхождения. Содержит в себе много неразложившихся растительных остатков и мало *экскрементов* почвенных беспозвоночных животных. Входит в состав лесных подстилок, торфяных горизонтов, степного войлока. Образуется в почвах бедных почвенной фауной при наличии трудноразлагаемого растительного материала при преобладании грибного и микробиального типа разложения органического вещества.

Для почв с грубым гумусом характерна кислая реакция среды. Отношение C:N в таком гумусе обычно всегда выше 20.



Мор-гумус



Мор-гумус



Humusform: Mårtyp 1

Foto: Åke Nilsson



Humusform: Mårtyp 2

Foto: Åke Nilsson



Humusform: Torvartad mår

Foto: Åke Nilsson



Мор-гумус

Почвы, в которых формируется подобный тип гумуса, характеризуются наличием самой *мощной подстилки*. Типичный мор приурочен к местам с напочвенным покровом в основном состоящим из мхов.

Подстилка и гумусовый горизонт густо переплетены грибным мицелием, почвенная фауна обеднена, *дождевые черви* отсутствуют.

Под микроскопом в море хорошо просматриваются: конфигурации клеток растительного опада, их расположение, толщина клеточных стенок и др.

В растительных остатках разрушены наименее устойчивые к *действию экзоферментов* почвенной биоты ткани (камбий, флоэма, паренхима первичной коры и др.). Окраска растительных остатков, входящих в состав мор, — от соломенно-желтой до темно-бурой.

По Цёттлю, активный мор ($C/N \sim 30$) освобождает 7 % валового азота в год, что обеспечивает достаточное питание ацидофильным видам.

Неактивный мор ($C/N > 30$), напротив, освобождает очень мало азота (1-3 %); в почвах с этим типом гумуса у растений часто наблюдается азотная недостаточность; нечувствительны к ней лишь малотребовательные ацидофильные виды (сосны, верески).

Стадии неактивного мора развиваются, ухудшаясь по причине потерь азота при выщелачивании в растворимых, но не усвояемых формах (комплексы полифенолов, протеинов, образующих некоторые фульвокислоты).

Мор

Для этого типа гумуса характерна медленная минерализация свежего органического вещества с образованием бурого или черного слоя, сохраняющего структуру растительной массы и лежащего непосредственно на минеральной части почвы.

Таков горизонт A_0 – мощный, с резкой нижней границей; он часто подразделяется на три слоя. Относительное значение каждого из этих слоев очень различно, что служит основанием для деления грубого гумуса на подтипы.

Гумификация в **мор-гумусе** также очень медленная; при образовании многочисленных растворимых органических веществ (органические кислоты, полифенолы) не происходит их полимеризация; на местах образуются лишь небольшие количества малорастворимых предшественников бурых гуминовых кислот.

Растворимые вещества (фульвокислоты) выносятся в глубь профиля, вызывая процессы выветривания и миграции некоторых минеральных веществ (лессиваж и оподзоливание).

Минерализация грубого гумуса протекает медленно с образованием очень малых количеств аммиачного азота; в горизонте A_0 отношение C/N всегда больше 20. В зависимости от значения этого отношения различают *активный* и *неактивный* мор.

В первом отношении C/N обычно бывает менее 30 (или даже 25), и его образование обусловлено неблагоприятными внешними причинами (холодные бореальный или субальпийский климаты). Улучшение этих условий, например увеличение инсоляции, вызывает нарастание минерализации азота, вследствие чего продуцирование аммиачного азота может относительно увеличиться.

Неактивный грубый гумус, мор, характеризуется отношением C/N более 30, чаще 40-50 и образуется под воздействием окисляющей растительности, которая поставляет неблагоприятное первичное вещество; такой гумус не поддается активизации искусственным путем.

Сильная кислотность и слабая насыщенность (менее 10 %) характерна для большинства типов грубого гумуса.

Исключение составляет *кальцевый мор – тангель*. Однако надо отметить, что в результате повышенной величины *ЕКО* (до 100 мэкв./100 г почвы) слабая насыщенность временами может существовать наряду со значительным содержанием оснований. Однако эти основания, даже будучи обменными, с трудом поглощаются мезофильной и нейтрофильной растительностью.

Классификация мор-гумуса



Ксеромор (сухой мор).

Грубый гумус, волокнистый, зерновидный или слоистый, образуется на песчанистых материнских породах в условиях сухих ланд на склонах южной экспозиции.

Он состоит из мало разложившихся веществ, связанных белым войлоковидным мицелием.

Слои L и F мощные, а слой H почти отсутствует.

Гидромор.

Гидроморфизм и анаэробизм, развивающиеся в течение более или менее длительного периода, являются причиной замедленной микробиологической активности.

Тем не менее переувлажнение не постоянное, иначе бы образовался бы торфяник.

Этот вид гумуса отличается от торфяника более сильной гумификацией и более черным цветом.

Гидромор часто появляется в результате изменения торфяника при иссушении с поверхности.

Этот подтип характерен для почв со стагноглеем и для некоторых глеево-гумусовых подзолов.

Гидромор отличается от сухого грубого гумуса более выраженной гумификацией, особенно хорошо развитый слой Н гумифицирован, чёрного цвета и пластичной консистенции.

Этот подтип гумуса иногда называют «мягким мором» (Ehwald [Эвальд], 1956, 1958) или «жирным гумусом».

Кальциевый мор (тангель).

Специфический грубый гумус, образованный на известняке в малоблагоприятных условиях.

При довольно сильной биологической активности этот гумус может рассматриваться как переходный к гумусу модер.

Если горизонт A_0 маломощный и хорошо гумифицирован, гумус можно отнести к типу модера или мюллерь-модера.

Под волокнистым более или менее мощным горизонтом A_0 почти всегда наблюдается горизонт A_1 , структурный, типа кальциевого мюллерь-модера, а иногда и настоящий кальциевый мюллерь.

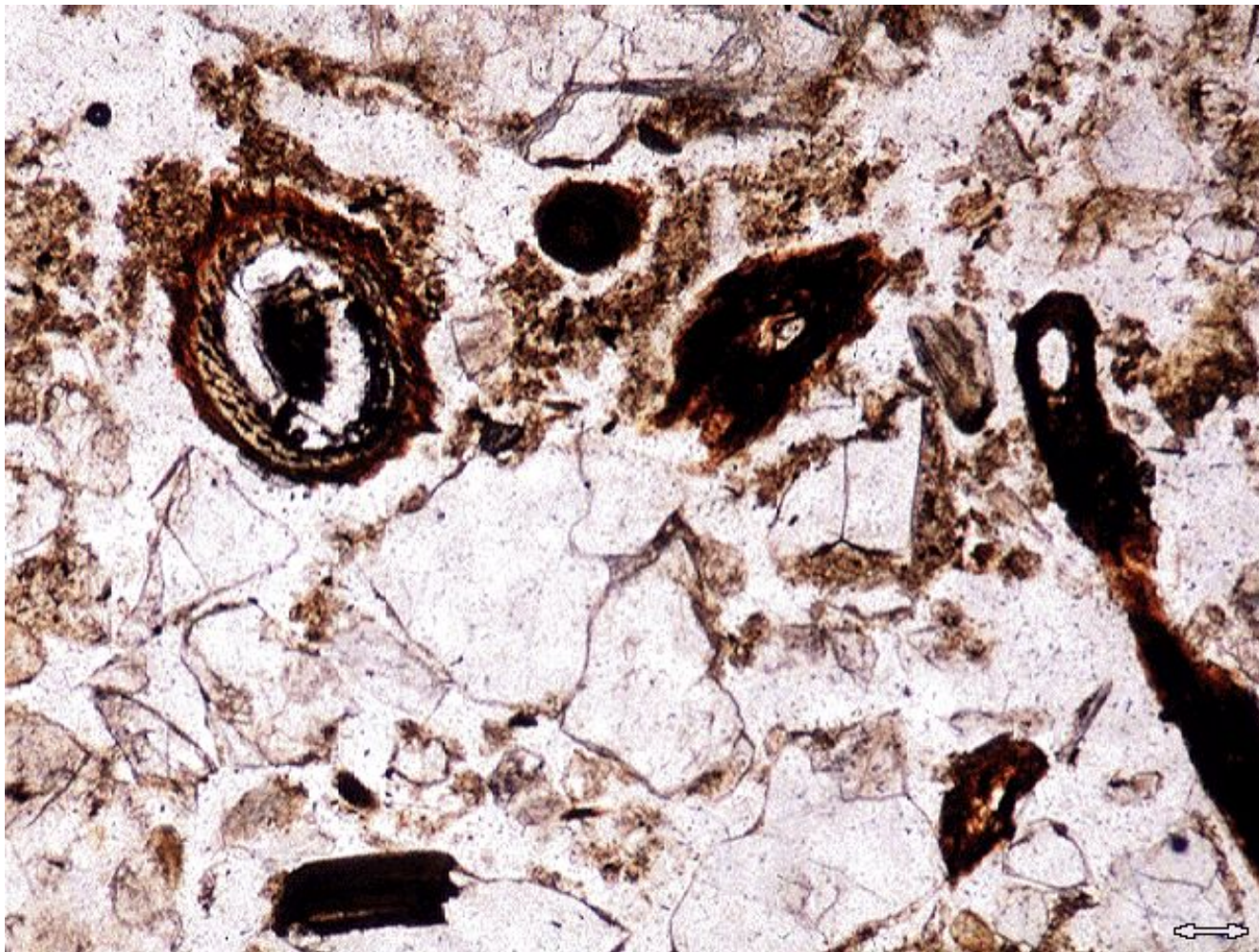
Характер горизонта A_0 , даже если его мощность достигает 50 см, обнаруживает более сильную активность по сравнению с гумусом типа мор; отношение C/N бывает порядка 22-25, но никогда не превышает 30; горизонт более гумифицирован, и в нем местами обнаруживаются зернышки черного гумуса, смешанные с неразложившимися остатками растительности.

Степень насыщенности основаниями V – высокая, часто 50-70 %, что говорит о присутствии обменного кальция. Значение pH колеблется от 5 до 6.

МОДЕР (от нем. *Moder* – труха), или **модер-гумус** – **средний гумус** – остатки преимущественно растительного происхождения в стадии глубокого преобразования, которое визуально представляет собой однородную рыхлую массу.

В модер-гумусе полуразложившиеся и неразложившиеся растительные остатки встречаются в меньшем количестве, чем в *мор-гумусе*, и более фрагментарно; достаточно большая доля органического материала приходится на экскременты почвенных беспозвоночных животных.

Модер имеет довольно мягкую и рыхлую консистенцию, при этом оструктуренность выражена слабо.



Модер-гумус



Модер-
гумус

Typical Moder (pine needles, moss, lichen)

У почв с модер-гумусом имеется маломощная двухслойная подстилка при довольно мощном оструктуренном минеральном гумусово-аккумулятивном горизонте.

Почвенная биота представлена комплексом микроорганизмов (включая бактерии, протисты и грибы) и микроскопическими беспозвоночными (размеры тела которых не превышают 2 мм).

В почвах с таким типом гумуса дождевые черви обычно отсутствуют.

В микроскоп видно, что модер-гумус состоит из физически и биохимически измененных растительных остатков – мелких обрывков растительных тканей, лишь отчасти сохранивших клеточное строение и обильно пропитанных гуминовыми веществами.

В растительных остатках начинают разрушаться такие устойчивые к действию экзоферментов почвенной биоты ткани, как одревесневшие (лигнифицированные) стенки проводящих сосудов растений.

Окраска растительных остатков, входящих в состав модер-гумуса, – от бурой до чёрной

Модер (*Amphi Mull*).

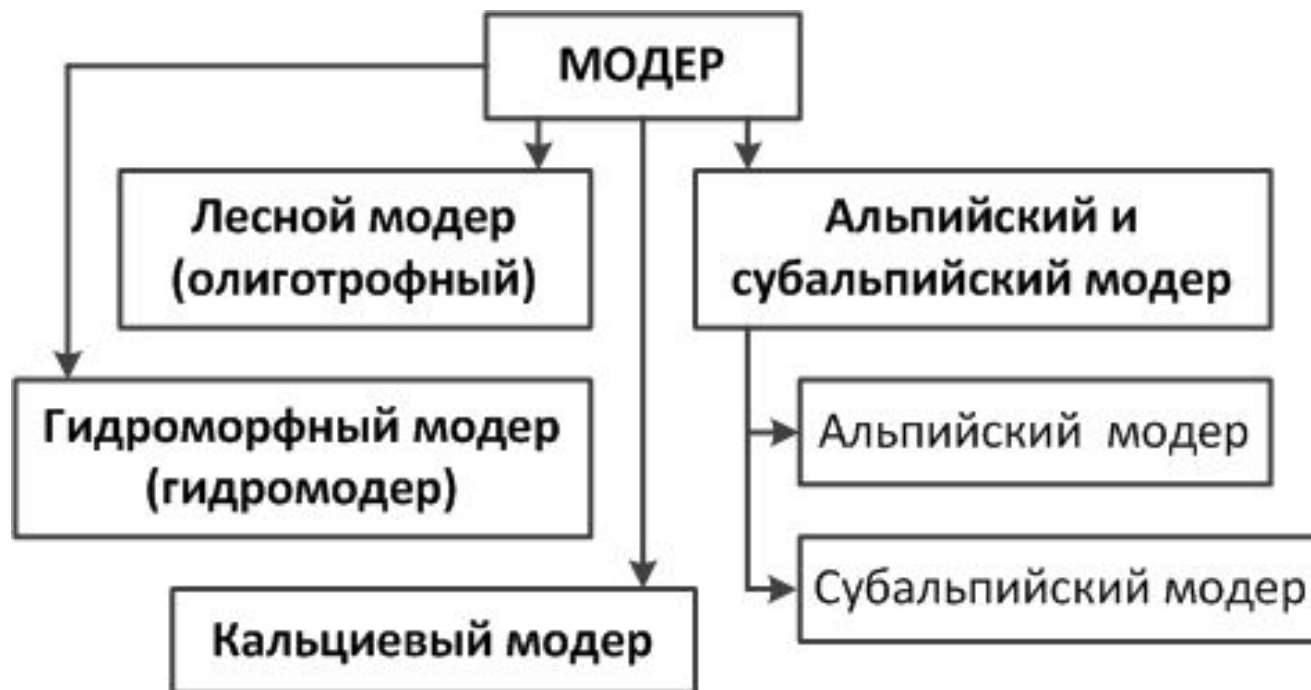
В отличие от мюллеровых гумусовые горизонты типа модер состоят из маломощного A_0 , достигающего 2-3 см мощности и постепенно, без ясной границы переходящего в горизонт A_1 , который отличается темным цветом, значительной мощностью и массивной раздельно-частичной структурой. Микроструктура обнаруживает отсутствие настоящего глинисто-гумусового комплекса; наблюдается смесь минеральной части почвы с округлыми шариками из экскрементов артропод 25–60 мкм; сложная структура повсеместно отсутствует.

Гумификация часто более выражена, чем в горизонте A_1 мюллевого гумуса, особенно же в горных почвах с модером (альпийский и субальпийский **модер**).

Преобладают малополимеризованные бурые гуминовые кислоты.

Отношение C/N равно 15-25; значение pH варьирует в зависимости от типа почвы.

Классификация модер-гумуса



Лесной модер (олиготрофный).

Этот подтип характерен для лесных почв в начале их - деградации, то есть для лессивированных, подзолистых или охристо-подзолистых почв.

Отношение C/N близко к 20 (15–25).

Гумус еще более ненасыщенный, чем кислый мюль.

Степень насыщенности основаниями V часто опускается ниже 20 %.

В ряде случаев он может быть менее кислым, как это наблюдается в некоторых модерах, которые образуются вследствие недостатка содержания глины в материнской породе; таков песчаный модер (**Sandmoder**).

Гидроморфный модер (гидромодер).

Замедление биологической деятельности и исчезновение связи глины с органическим веществом появляется вследствие более или менее длительного гидроморфизма (частичный анаэроббиозис, возникающий в результате уплотнения, как в псевдоглее). Следовательно, кислотность в этом подтипе гумуса очень изменчива.

Особая форма свойственна гумусово-глеевым подзолам на песках: горизонт A_1A_2 (AEL) образован из песка, смешанного с органическим веществом; обычно он бывает однородно черного цвета и лежит на затвердевшем горизонте В ортштейнового характера.

Альпийский и субальпийский модер.

Гумус, образующийся под горными лугами; наблюдаются два подтипа – *альпийский модер* под альпийскими лугами (на высотах, равных или превышающих 2000 м) и *субальпийский модер* под псевдоальпийскими лужайками (жнивья) на вершинах гор в атлантическом климате.

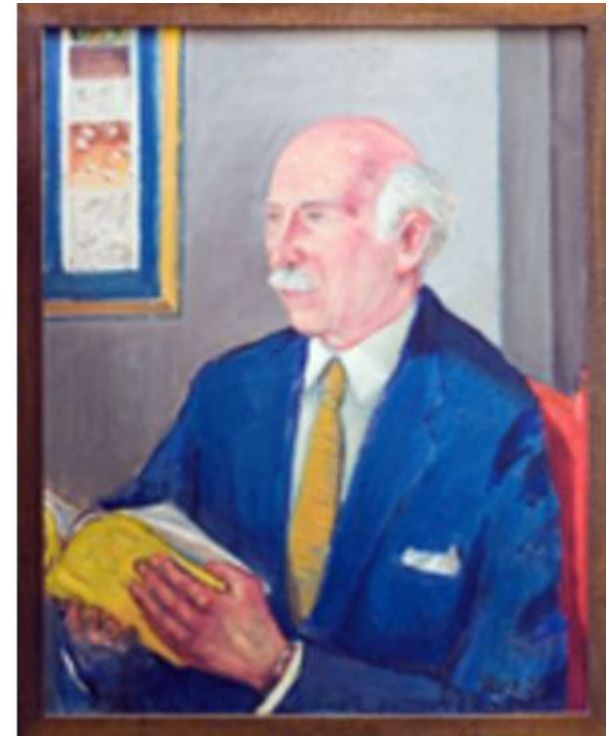
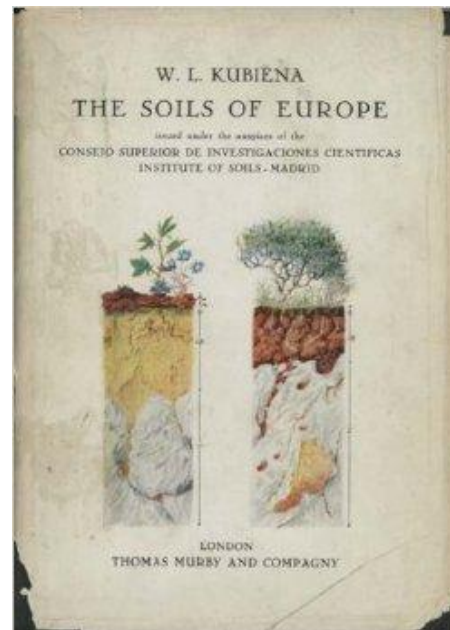
Гумус образует более или менее мощные горизонты интенсивно черного цвета, содержащие очень много органического вещества, смешанного с песком или с обломками материнских пород (в субальпийском ярусе).

Этот подтип характерен для альпийских и субальпийских *ранкеров*.

Ранкер (термин Вальтера Кубиены) – почва с хорошо выраженным органо-аккумулятивным горизонтом, не имеющие горизонтов В и развивающиеся на плотных бескарбонатных породах.



**Вальтер Людвиг Константин
Риттер фон Кубиена –**
австрийский почвовед,
заложивший основы нового
направления в почвоведении –
микроморфологии почв.



*Walter Ludwig
Konstantin Ritter
von Kubiëna
(1897-1970)*

Отношение C/N довольно узкое, чаще 15 или 15-20, отражающее происхождение органического вещества (луговые злаки) и указывающее на довольно активную биологическую деятельность.

Но минерализация протекает медленно, что связано с суровостью местного климата и коротким вегетационным сезоном.

В то же время гумификация значительная ввиду резких микроклиматических контрастов – недолгие фазы пересыхания чередуются с фазами увлажнения; часто отмечается образование мягкого гумуса (мощный слой Н) такого же характера, как и некоторые типы гидромора, к которому рассматриваемый тип гумуса образует переходы.

Кальциевый модер.

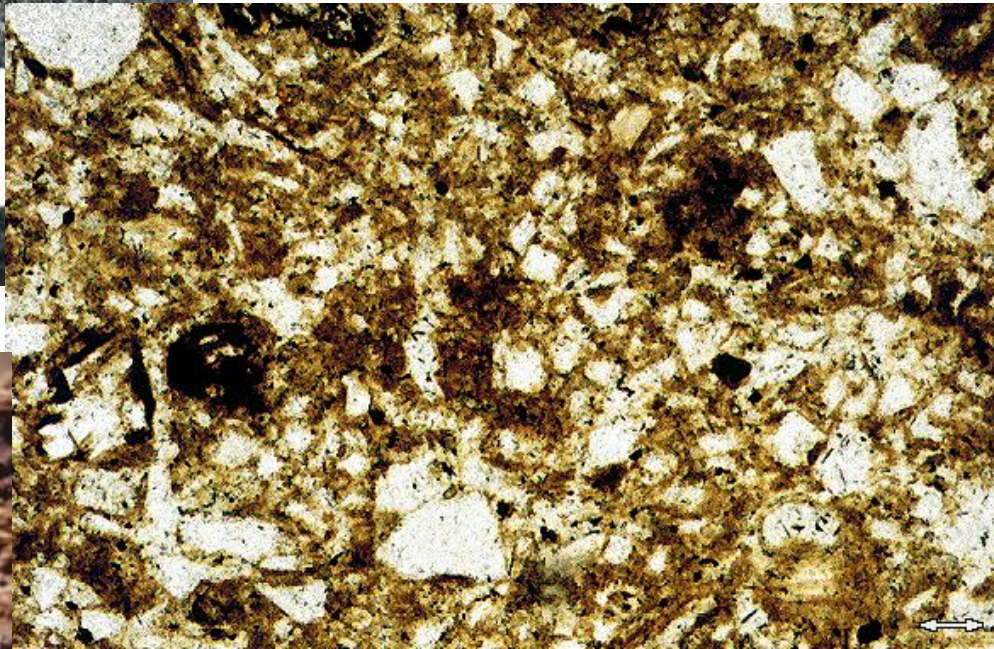
Он характерен для некоторых маломощных карбонатных и сухих почв (южные горные склоны лугов на карбонатных почвах).

В этих случаях не происходит образования гумусово-глинистого комплекса, чему препятствует ксерофильность, молодость почв, отсутствие глины. Слой мощностью 1-2 см из грубого плохо гумифицированного гумуса лежит на материнской породе; он ещё недостаточно мощный для того, чтобы его можно было отнести к *тангелю*, или *кальциевому мору*.

МЮЛЛЬ (муль) (от нем. Müll – пыль), **мюль–гумус** – тонкий, или мягкий гумус – хорошо разложенный органический материал в виде аморфного специфического почвенного образования. В одних случаях эти образования диффузно распределены в почвенной массе, образуя мелкие сгустки. В других почвах гуминовые вещества цементируют и склеивают минеральные частицы почвы. Мягкий гумус имеет зернистую, зернисто-ореховатую структуру и образуется при самом активном участии комплекса микроорганизмов и почвенной фауны, особенно дождевых червей. Неразложившихся растительных остатков в нем почти нет.



Муль-гумус





Муль-гумус



Структурные отдельности **мулля** – копролиты дождевых червей, которые характеризуются исключительной водопрочностью.

Гуминовые вещества в **мюлль-гумусе** стабилизированы в виде органо-минеральных комплексов.

Отношение C:N в этом типе гумуса обычно всегда меньше 20.

Для почв с тонким типом гумуса характерна рыхлая однослойная подстилка из слаборазложившегося опада. В мягком гумусе микроскопически не обнаруживаются полуразложившиеся и неразложившиеся растительные остатки. Окраска – желто-бурая.

Типичный мюлль-гумус встречается в местах, где напочвенный покров в основном состоит из травянистых растений.

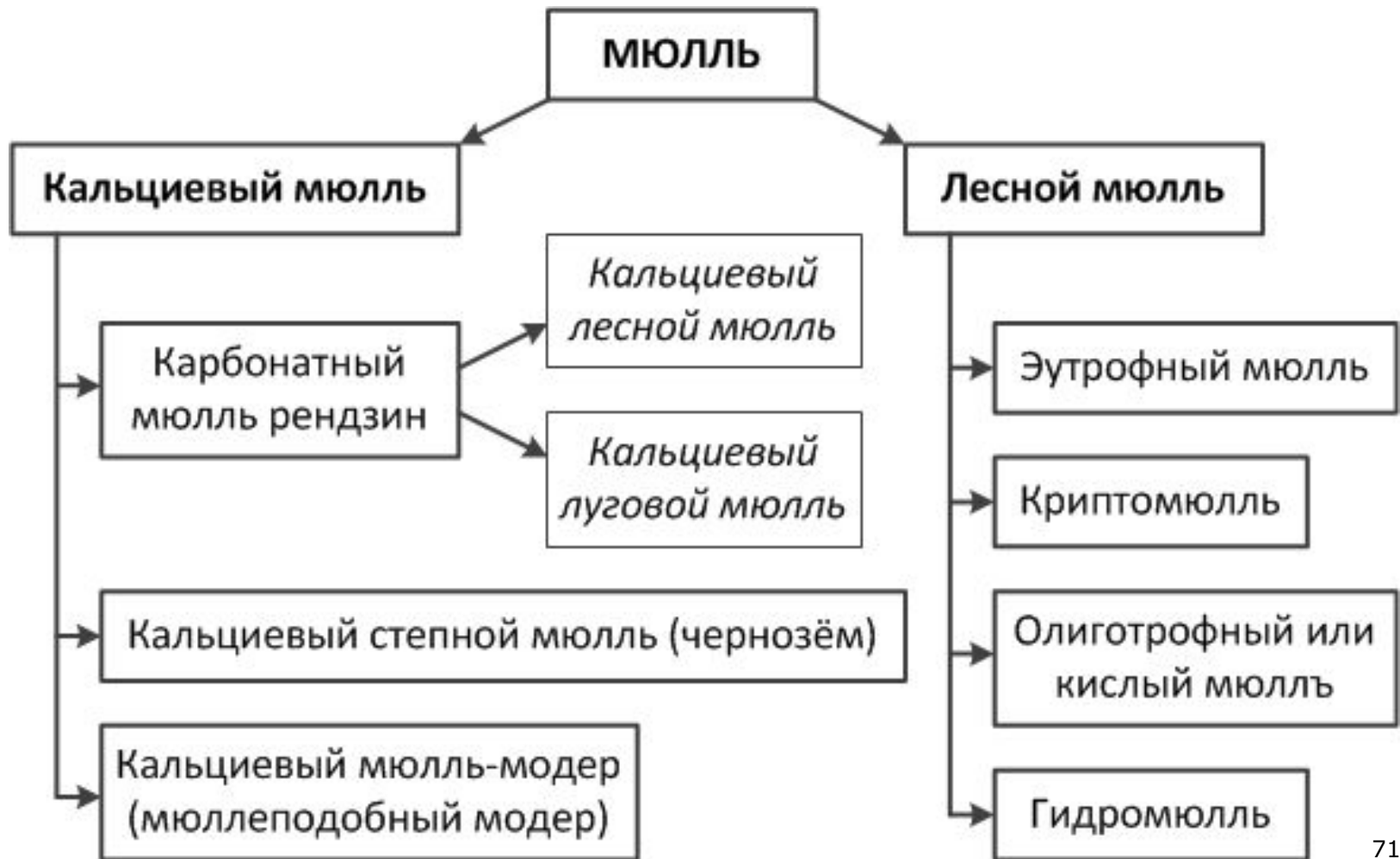
В гумусе со слабой гумификацией (*атлантический криптомюль*) минеральный азот подстилки в большей части освобождается и составляет главный источник азотного питания растений.

Напротив, при интенсивной гумификации (горизонт A_1 очень гумусный и очень мощный), как это наблюдается в континентальном климате и в некоторых горных условиях (*эутрофный мюль*), почти весь минеральный азот, освобожденный из подстилки, вновь включается в состав гумуса.

Содержание азота в **мюль-гумусе** бывает часто в *три раза* больше, чем в подстилке.

В мюллевом типе гумуса минеральный азот для растений поставляется в результате медленной и постепенной минерализации гумуса.

Классификация мюль-гумуса



1. Кальциевый мюль.

Гумус, насыщенный основаниями, образовавшийся в биологически очень активной среде в умеренном климате на карбонатной породе или в субаридном климате под степной растительностью.

Разложение опада быстрое; горизонт A_0 почти не существует.

Горизонт A_1 очень мощный (10–60 см), тёмного цвета.

Структура рыхлая, крупнозернистая, устойчивая.

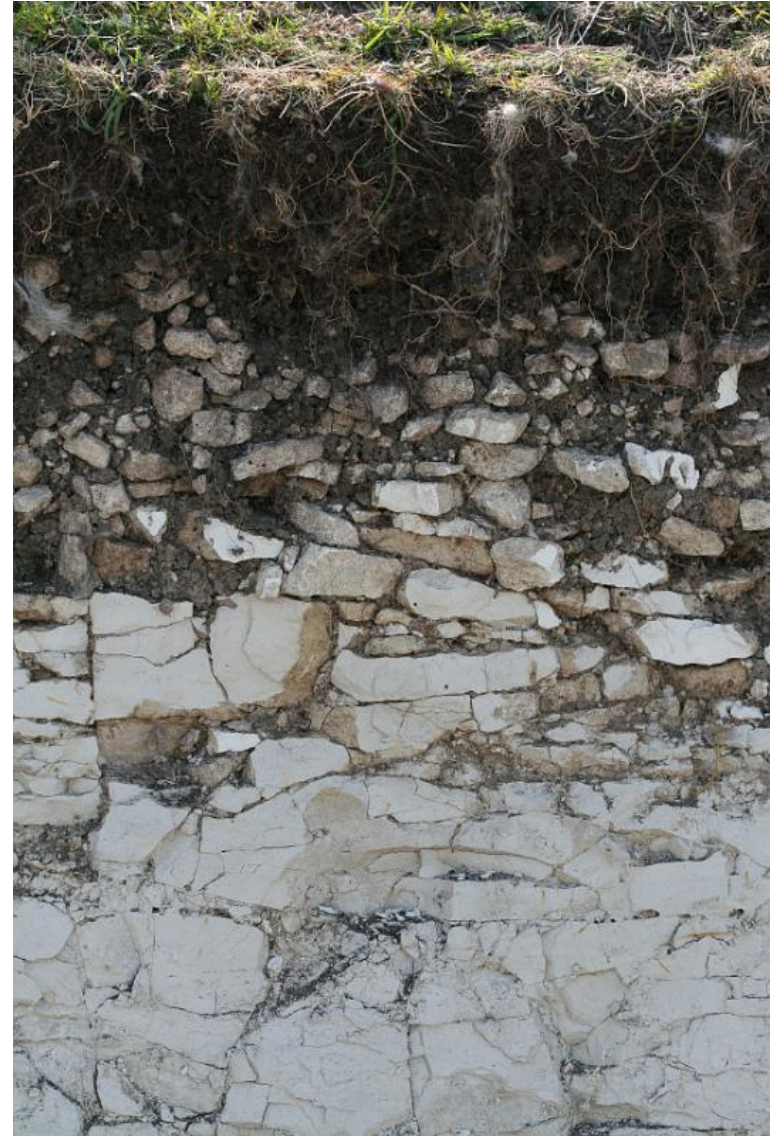
Значение рН кальциевого мюля равно или выше 7; отношение C/N в горизонте A_1 порядка 10; гумификация очень различная.

В гумусе всегда содержится значительное количество серых гуминовых кислот, сильно полимеризованных и прочно связанных с глинами, которые защищают гумус от бактериального разложения.

Но надо отметить, что степень гумификации и количество сильно полимеризованных гуминовых кислот всегда выше в степных почвах по сравнению с карбонатными *рендзинами*.

В *рендзинах* происходит быстрое образование глинисто-гумусового карбонатного комплекса при участии червей за счет тонко размельченного, но химически не переработанного опада; защитное действие извести и глины по отношению к органическому веществу задерживает гумификацию.⁷³

Рендзины (синоним: дерново-карбонатные почвы) – почвы, формирующиеся на маломощной толще продуктов выветривания известняков, доломитов и других плотных карбонатных пород, в условиях промывного водного режима под лесной растительностью; обычно щебнисты, богаты гумусом (до 12-15 %), вскипают с поверхности.



Карбонатный мюллер рендзин – гумус с рН выше 7, образованный в присутствии активной извести:

а) *кальцевый лесной мюллер* – чёрный, содержащий много органического вещества (12-15 % с поверхности), рН порядка 7,5;

б) *кальцевый луговой мюллер* – серо-бежевый, содержит меньше органического вещества, рН порядка 8, гумификация средняя, количество бурых и серых гуминовых кислот уравновешено.

Кальциевый степной мюль (чернозём).

Гумус хотя и лишен карбонатов, но насыщен; рН близок к 7; гуминовые кислоты сильно полимеризованы; отмечается почти абсолютное преобладание серых кислот; фульвокислот заметно меньше, чем гуминовых; С/Н порядка 9-10, процент гумификации высокий.

Кальциевый мюль-модер (мюллеподобный модер).

Гумус насыщенный, характерный для некоторых горных карбонатных почв (гумусовые карбонатные почвы).

По причине малого содержания в этих почвах силикатов в них не наблюдается образования глинистых агрегатов; гумус представлен более или менее крупными зернами, мало уплотненными, состоящими почти исключительно из довольно гумифицированного органического вещества, которое иногда содержит мелкие кристаллы кальцита.

C/N более широкое (15-20), чем в типичном **кальциевом мюлле**, процесс гумификации заметно ослаблен.

Особую роль в образовании **кальциевого мюлля** играет присутствие извести. Быстрая минерализация подстилки в этом типе гумуса продуцирует только малое количество азота, необходимого для питания растений.

Потери минерального азота значительны (улетучивание аммиачного газа, выщелачивание нитратов), оставшаяся часть азота включается в органическое вещество гумуса; фиксация атмосферного азота, часто значительная, в свою очередь обогащает гумус, однако этот азот не может быть непосредственно усвоен (узкое C/N в кальциевом мюлле).

В некоторых случаях тесная связь глины с органическим веществом в гумусе замедляет минерализацию этих гумусовых запасов до такой степени, что растения на известняковых почвах начинают испытывать азотное голодание, развивается азотная недостаточность, часто наблюдаемая в подобных почвах.

Существенную роль гумуса в горизонте А мюллеровых почв, как показал Виттих (Wittich, 1961), проделав следующий опыт: если в течение 30 лет снимать подстилку в лесном насаждении, то в конце этого времени потребление азота деревьями уменьшается только на 10-15 %.

Главным источником азота служит коллоидальный гумус из A_1 . Резервы азота истощаются лишь постепенно при минерализации в первую очередь легко минерализующихся веществ, то есть аминокислот. Установлено, что в тех случаях, когда образование гумуса ведет к увеличению отношения C/N , наблюдается увеличение слабо минерализующихся веществ, в основе которых находится гетероциклический азот.

2. Лесной мюль.

Этот тип гумуса называется лесным, потому что он наиболее характерен для лиственного леса, хотя иногда образуется и не под лесом.

Лесной мюль обнаруживает те же общие морфологические свойства, что и **кальциевый**, отличаясь от него более слабой насыщенностью (50-60 % для *мезотрофного мюля*), значением рН около 5,5, менее сильной гумификацией с почти исключительным преобладанием бурых гуминовых кислот; отношение C/N в нем колеблется от 10 до 20; микроструктура состоит из агрегатов от 100 мк до 1 мм и часто образована зернами размером более 1 мм₈₀.

Эутрофный мюллер.

Это мощный горизонт, содержащий много органического вещества, хорошо оструктуренный; он значительно насыщен основаниями, хотя V – среднее, что объясняется повышенной величиной EKO .

Этот подтип гумуса является кислым ($pH = 5,5$).

Он образуется в специфических условиях климата и местоположения, встречаясь в континентальном климате, где гумификации благоприятствуют резкие микроклиматические колебания, на коллювии (даже на породах, бедных основаниями), где **мюллер** хорошо аэрируется, в горных условиях на основных породах (меланизированные почвы на базальтах).

Криптомюль.

Гумусовый горизонт, быстро минерализующийся, маломощный и бледно окрашенный, что связано с очень слабой гумификацией, объясняющейся незначительными колебаниями микроклимата. Подобный подтип гумуса часто наблюдается в постоянно влажном атлантическом климате; он характерен также для некоторых теплых и влажных климатических условий: отсутствие полимеризации растворимых продуктов гумусообразования связано с отсутствием сухого сезона (Юго-Запад США).

Олиготрофный, или кислый мюллер.

Это очень кислый гумус ($pH = 4,5$), часто плохо оструктуренный (в этом случае он развивается в сторону *модера* (*мюллер-модер*)).

Он характерен для высокобонитетных лесов, произрастающих на бедных основаниями породах. Флокулированный глинисто-гумусовый комплекс находится в предельных условиях своего существования; V – очень низкое – 15-25 %, вследствие этого гумификация слабая, за исключением горных условий, где наблюдаются значительные микроклиматические колебания, в определенной степени компенсирующие недостаток оснований.

Гидромюль.

Этот подтип гумуса формируется в зоне капиллярной каймы (над уровнем грунтовой воды). Достаточная аэрация благоприятствует активной биологической деятельности. В некоторые сухие периоды (при опускании уровня грунтовых вод) может развиваться процесс гумификации: образуется мощный горизонт A_1 , очень гумусный, хорошо оструктуренный. При достаточно длительном иссушении характер гумификации сходен с гумификацией чернозёмов. При опускании уровня грунтовых вод гидромюль эволюционирует в сторону чернозёмного гумуса. В этом случае фаза насыщения водой и фаза пересыхания должны быть отчетливо разграничены во времени.

2. Гумус, образующийся в условиях аэрации.

а) Морфология и степень смешения с минеральным веществом:

Торф – ничтожное или слабое включение органической части в минеральную; волокнистая структура.

Анмоор – если не сплошное, то по крайней мере заметное включение, ощущаемое до глубины 10-20 см; структура массивная.

б) Биохимия:

Торф – биохимическая трансформация очень слабая.

Анмоор – биохимическая трансформация сильная, развивающаяся под влиянием перемежающегося воздействия аэробных и анаэробных организмов; гумификация интенсивная.

ТОРФ (нем. Torf, от арабск. *turap* – земля) –

1) природное образование, которое представляет собой осадочную породу, состоящую из растительного волокна (остатков растений, сохранивших свою клеточную структуру), аморфного вещества – гумуса, минеральных веществ и воды (Тюремнов, 1962);

2) органогенная порода, состоящая из растительных остатков, изменённых в процессе болотного почвообразования и погребения этих остатков под их нарастающей толщей в условиях *анаэробнозиса* (Толковый ..., 1975);

3) слой органического вещества, разложение и гумификация которого протекают очень медленно из-за слабой аэрации и постоянной насыщенности среды водой в течение всего года (Лозе, Матье, 1998). Количественное соотношение форменных растительных остатков и продукта распада растений – гумуса торфа определяется интенсивностью торфообразовательного процесса, зависящей в основном от степени обводнённости торфообразующего слоя (Тюремнов, 1962).

Торф



APR 19 2004

Τορφ



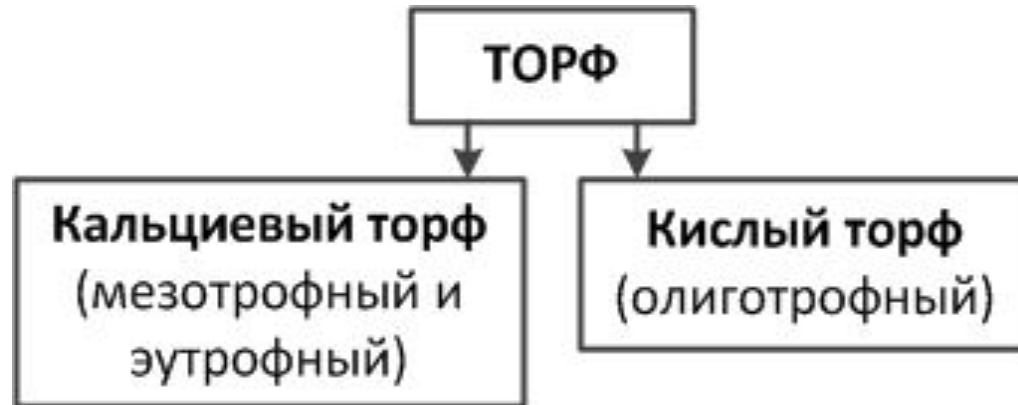
Торфяники образуются в плохо аэрируемой среде, насыщенной водой почти постоянно во все сезоны года. Лишь незначительное число организмов может существовать в таких условиях, поэтому разложение и гумификация органического вещества протекают медленно.

Органическое вещество аккумулируется в мощные наслоения, которые постоянно бывают пропитанными водой и состоят главным образом из мало измененных остатков и промежуточных продуктов, а именно из лигнина, освобожденного при разложении целлюлозы.

Торфяник



Классификация торфов



Кальциевый торф (мезотрофный и эутрофный)

Характерные места его накопления – депрессии с постоянными грунтовыми водами, уровень которых в течение лета не опускается ниже 50 см.

Торф подстиляется карбонатными породами (особенно молодой аллювий); он образуется в *инфраводных* торфяниках с гипнумом (*Hypnum cupressiforme*), осоками (*Cyperaceae*), тростниками (*Phragmites communis*).

Целлюлоза и гемицеллюлозы, разложенные анаэробными бактериями до растворимых или газообразных продуктов, почти целиком исчезают; аккумуляции подвергаются остаточные комплексы, в основе которых находится неразложенный лигнин. Нейтральный торф состоит на 70-75 % из этих остаточных веществ, почти полностью инертных, насыщенных кальцием; вследствие этого его зольность высокая, порядка 14-15 %. Этот тип торфа достаточно богат азотом, и отношение C/N в нём менее 30.

Кислый торф (олиготрофный)

Образуется в основном в водах атмосферного происхождения, содержащих мало кальция.

Эти воды накапливаются в понижениях на непроницаемом субстрате и благоприятствуют образованию *супрааквальных* или высоких торфяников обычно в условиях холодного и влажного климата (в горах); характерной растительностью является мох из рода сфагнум.

Сфагновый торфяник в отличие от инфрааквального образуется над зоной насыщения водой, но остается постоянно пропитанным влагой за счет капиллярного увлажнения.

Однако в сухой период на его поверхности развиваются некоторые аэробные организмы, например ацидофильные грибы.

В этом случае торфяник частично гумифицируется и превращается в **гидромор**.

Такой слабо насыщенный основаниями торфяник отличается сильно кислой реакцией ($\text{pH} = 4\text{-}5$). В процессе формирования он по отношению к тканям сфагнома заметно обогащается лигнином, который остается неразрушенным, но некоторая часть целлюлоз и гемицеллюлоз (их содержание очень велико в тканях мхов) продолжает существовать в этом типе торфяников, что и отличает их от мезотрофных. Гуминовые кислоты по большей части ненасыщены, поэтому зольность слабая и не превышает 2-3 %. Поэтому, **кислый торф** представляет собой топливо гораздо более высокого качества, чем торф нейтральный. Содержание азота ничтожное, а отношение C/N порядка 40.

Освоение торфяников. Торфяники, существующие в восстановительной, лишенной кислорода, среде, неблагоприятны для жизни растений. Даже нейтральные торфяники являются бедной почвой, так как содержащиеся в них элементы питания находятся в нерастворимой форме. При понижении уровня грунтовых вод путем искусственного осушения торфяников их свойства улучшаются, но нужно быть осторожным и не пересушить их, так как тогда они становятся физиологически сухими. Осушение следует сопровождать обработкой почвы с удалением растительности (осок, камышей) и по возможности с перемешиванием органической части с минеральной. Кислые торфяники нуждаются в известковании.

Мелиорированный и обработанный нейтральный торфяник может осваиваться путем засева его луговыми травами или посадки тополей.

Последнее связано с большими трудностями, так как уровень воды для успеха этого мероприятия должен летом опускаться минимум на 0,5 м.

Сажать деревца надо на повышенных участках, оставляя между ними большие расстояния.

Анмоор (Kubiena, 1953)

В отличие от *торфа* – органического вещества в чистом виде – **анмоор** представляет собой смесь глинистого материала и гумифицированного органического вещества (по крайней мере в карбонатной среде).

Процент органического вещества не превышает 30.

Структура плотная, пластичная, клеящая.

Мощность горизонта может достигать 20 см, иногда 30.

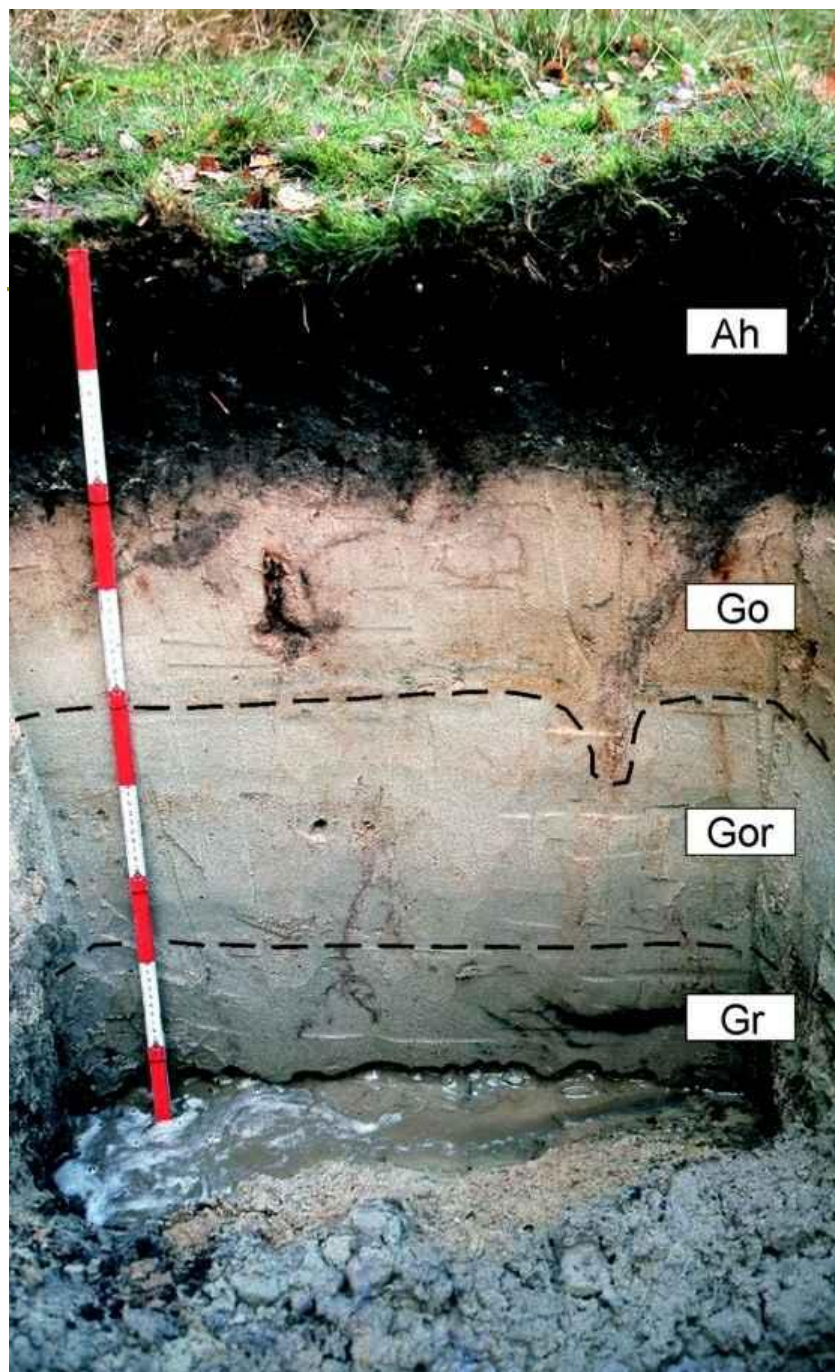
Анмоор — образование, которое не следует смешивать с мором, — характеризует некоторые глеевые почвы, то есть, следовательно, почвы с близким уровнем грунтовых вод, который, однако, заметно понижается в сухой сезон.

Анмоор, оставаясь почти всегда насыщенным водой, все же в некоторые периоды высыхает.

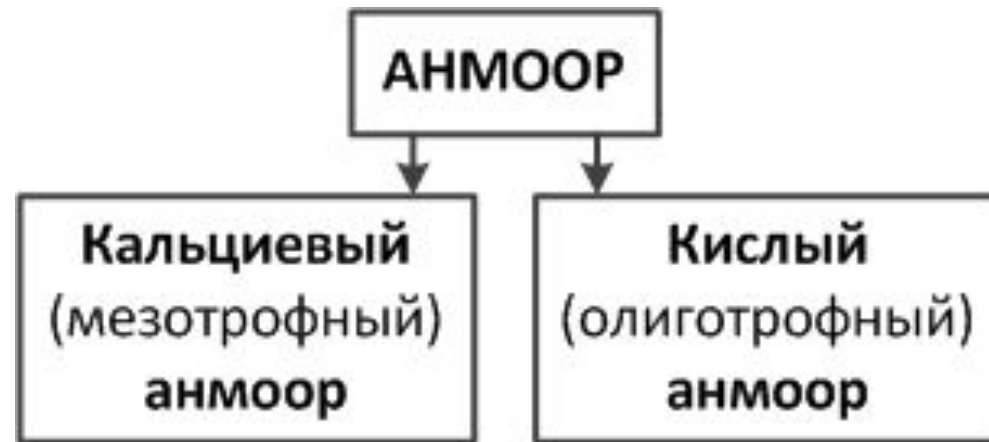
Анмоор заметно отличается от биологически малоактивного ***торфа***; для него характерно последовательное развитие двух типов фауны в зависимости от сезона; в период насыщения водой развивается водная фауна, а в период пересыхания — аэробная.

Организмы инцистируются и переживают неблагоприятные для них сезоны в состоянии анабиоза.

Подобная относительно интенсивная биологическая активность может объяснить хорошее перемешивание органического и минерального веществ и довольно развитую гумификацию **анмоора**.



Классификация анмоора



Кислый (олиготрофный) ***анмоор*** образуется в среде, содержащей мало оснований, а ***кальциевый*** (мезотрофный) ***анмоор*** – в среде, содержащей много оснований; кальциевый ***анмоор*** богаче и биологически более активный.

Роль гумуса (почвенного органического вещества):

- ▣ *физическая*, состоящая в изменении цвета, текстуры и структуры почвы, её влагоёмкости и аэрации;
- ▣ *химическая*, выражающаяся во влиянии на растворимость некоторых почвенных минералов, в образовании с некоторыми элементами соединений, доступных для питания растений, и в повышении буферности почв;

Роль гумуса (почвенного органического вещества):

▣ *биологическая*, проявляющаяся в том, что органический материал служит источником энергии для развития микроорганизмов, содействует превращению почвы в питательную среду, пригодную для роста высших растений, доставляя, хотя и медленно, но постоянно питательные вещества растениям.

**Благодарю
за внимание!**