

土壤有机质

M. M. 科諾諾娃

科学出版社

统一书号：13031·2232

定价：[科六] 1.40 元

本社书号：3388·13-12

土壤有机质
它的性质、特征及其研究方法

M. M. 科诺诺娃 著

周 礼 愷 译

盛 祖 贻 校

科 学 出 版 社

1 9 6 6

М. М. КОНОНОВА
ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВЫ

Его природа, свойства и методы изучения
издательство академии наук СССР
Москва 1963

内 容 简 介

本书是作者继《土壤腐殖质及其研究工作的当前任务》(1951年)一书之后,又根据近年来作者自己的研究成果和世界各国最新文献资料写成的一本新的专著。书中重点讨论了腐殖质的现代概念、理化性质、形成过程及其对土壤肥力和植物营养的影响。在本书的最后部分,还介绍了近代腐殖质研究中广泛采用的方法。

本书可供农业工作者、土壤工作者、农化工作者、土壤微生物工作者以及农林院校有关专业的师生参考。

土 壤 有 机 质

[苏] М. М. 科诺诺娃 著
周 礼 恺 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 117 号
北京市书刊出版业营业许可证出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1966 年 1 月第 一 版	开本: 850 × 1168 1/32
1966 年 1 月第一次印刷	印张: 9 5/8
印数: 0001—2,400	字数: 251,000

统一书号: 13031 · 2232

本社书号: 3388 · 13-12

定价: [科六] 1.40 元

前 言

长时期的科学实验与实践，证明了有机质在土壤形成过程中和在供给植物以氮素及灰分营养元素以及生物学活性物质方面的重要意义。在为植物建立适宜的水、气状况方面，有机质同样起着重要的作用。因此，在土壤学及耕作学中，对于有机质问题始终给予巨大的注意也就是理所当然的了。

现在，制定出在同时提高土壤肥力的情况下最大限度地利用土壤潜在肥力的新的耕作制度，是一项至为重要的任务。在这类制度中应该包括合理利用土壤有机质的措施；而在拟定这些措施时，了解不同土壤中有机质的不同性质及其转化过程是相当重要的。

有关土壤腐殖质的文献极为众多。这说明了对于研究这一特别复杂的问题的巨大兴趣。这种问题需要土壤学家、农学家、微生物学家、植物生理学家与生物化学家、化学家以及其他学科的学者的多方面的、综合性的研究。

作者的任务，是运用最新的文献资料和自己的研究成果来阐明土壤有机质问题的若干基本方面：它的组成、腐殖质形成过程的生物化学及其在土壤形成与肥力生成中的参与。在本书中，也叙述了表征苏联的土壤腐殖质的性质及其在开垦与熟化过程中的变化的资料，以及适用于不同土壤气候条件下的补充和合理利用有机质的措施。由于根据自己的经验理解到研究土壤有机质时的方法上的困难，在最后一章中，作者阐述了工作方法。

作者希望，本书将不仅有助于土壤学家及农业工作者，而且也将有助于邻近学科的研究人员。

目 录

前言	iii
第一章 土壤腐殖质的研究史	1
研究的初期(十八世纪下半叶)	1
十九世纪的研究	2
二十世纪前数十年的研究	4
土壤有机质研究的现代阶段	9
第二章 土壤有机质的性质	12
具有独立特性的土壤有机质	12
土壤腐殖物质	16
自土壤中分离出腐殖物质的方法	17
土壤胡敏酸	20
胡敏酸的化学性质	20
胡敏酸分子的结构原则	30
土壤腐殖质中的富啡酸(克连酸与阿波克连酸)	34
胡敏酸与富啡酸间的联系	37
土壤腐殖质中的胡敏素与土壤腐殖碳	42
吉玛多美朗酸	44
第三章 腐殖质形成过程的生物化学	47
植物残体的化学组成的变化	47
在腐殖质化过程中植物残体的解剖学结构的变化	51
新形成的腐殖物质的化学性质	60
碳水化合物在腐殖物质形成中的参与; 微生物的代谢	
产物在这一过程中的作用	62
木质素与丹宁物质在腐殖物质形成中的参与	66
氧化酶在腐殖物质合成中的作用	73
黑蛋白素型的腐殖物质的形成	78

微生物对于腐殖物质的分解·····	81
动物在土壤有机质转化中的作用·····	84
第四章 有机质在土壤形成及其肥力生成中的作用·····	89
有机质在风化过程及土壤形成的最初阶段中的参与·····	89
有机质在土壤剖面形成中的作用；有机质与土壤矿质 部分的结合形态·····	93
有机质与土壤结构·····	101
土壤有机质是植物的碳酸来源·····	106
土壤有机质是植物营养元素的来源·····	108
土壤中有机氮、磷、硫的化学性质·····	108
植物对于土壤营养物质的携出及后者借助豆科牧草和有机肥 料的补充·····	111
当施入易分解的有机物质时土壤腐殖质中营养物质的活化·····	118
土壤有机部分组成中的生理活性物质·····	119
土壤有机部分组成中的维生素、植物生长素和抗生素·····	119
腐殖物质的生理特性·····	123
第五章 腐殖质形成过程的自然条件·····	131
植物被覆在腐殖质形成中的作用·····	131
微生物与土壤有机质的转化过程·····	134
水热条件与土壤有机质的转化过程·····	137
土壤环境的氧化还原条件与腐殖质的形成过程·····	143
土壤的化学和物理化学特性与有机质的转化过程·····	145
第六章 苏联主要土壤的腐殖质的性质·····	150
腐殖质和氮素的含量及 C:N 比值·····	152
苏联土壤中的腐殖质组成、腐殖物质的性质和特征·····	155
冰沼土的腐殖质·····	158
灰化土和生草灰化土的腐殖质·····	159
北部泰加亚带的强灰化土(科米苏维埃社会主义自治共和国)·····	160
南部泰加亚带的灰化土(Ярослав 省)·····	162
中部泰加亚带的灰化土；成土母质对于腐殖质含量和组成的影响·····	165
灰化土胡敏酸的光密度和絮凝(沉淀)极限·····	166

西伯利亚的灰化土	168
灰色森林土的腐殖质	170
黑钙土的腐殖质	173
干旱草原区的栗钙土和柱状碱土的腐殖质	182
褐色荒漠草原土和龟裂土的腐殖质	185
灰钙土的腐殖质	187
红壤和砖红壤的腐殖质	190
山地土壤的腐殖质	194
在土壤长时期开垦和熟化的过程中有机质的变化	200
第七章 土壤有机质的研究方法	206
A. 矿质土壤的腐殖质总量及其组成的测定方法	206
土壤及溶液中有机碳总量的测定(И. В. Тюрин 法)	207
矿质土壤腐殖质组成的测定(И. В. Тюрин 法)	210
用醇-苯混合液提取出的有机质的测定	211
土壤脱钙	212
与钙及活性 R_2O_3 结合的腐殖物质(第 I 组腐殖物质)自土壤中的分离 ...	214
与土壤矿质部分结合得较牢固的腐殖物质(第 II 组腐殖物质)的分离	216
土壤残渣中碳的测定	217
游离的及与活性 R_2O_3 结合的土壤胡敏酸含量的测定	219
矿质土壤腐殖质组成的快速测定法	221
用焦磷酸钠 + NaOH 混合液从土壤中提取腐殖物质	223
浸提液中有机碳总量的测定	223
浸提液中胡敏酸碳含量的测定	224
浸提液中富啡酸碳含量的测定	225
土壤残渣中碳含量的测定	226
补充测定	226
腐殖物质的光密度测定	228
胡敏酸的絮凝(沉淀)极限的测定	231
B. 研究腐殖物质性质的方法	233
腐殖物质自土壤中的分离及其供研究用时的制剂制备	233
腐殖物质的功能团的快速测定法	236
腐殖物质分组分离的方法	238
用纸层分配层析法对土壤腐殖物质的分组分离	239

用纸上电泳法对土壤腐殖物质的分组分离	244
在研究土壤腐殖物质的性质时红外分光光度测定法的应用	246
B. 土壤有机质动态的研究方法	248
植物地上部及根量的计算(Панкова, 1954, 1960)	248
生物化学分析在土壤植物残体研究中的应用	250
土壤腐殖质和氮素动态的研究	251
土壤溶液中有机质组成的研究方法(И. В. Александрова, 1960) ...	252
芳香性物质	253
低分子有机酸	254
溶液的氨基酸组成	254
A. В. Соколов 对本书的评论	256
参考文献	258

第一章 土壤腐殖质的研究史

土壤腐殖质的近代概念，是由于对它进行了长时期的研究而形成的。如果审视一下有关的文献，我们便会发现，在土壤腐殖质领域中，其研究的发展途径至为复杂，且存在着许多相互矛盾的见解。这些见解曾迫使人们不止一次地回过头来重新审视一些甚至是很基本的、涉及到腐殖物质的存在的这一事实、它们的性质、生成途径等的原理。

在 С. А. Ваксман 的《腐殖质。起源，化学组成及其在自然界中的意义》(1937)、И. В. Тюрин 的《土壤有机质及其在土壤形成与肥力中的作用。土壤腐殖质学说》(1937) 以及 М. М. Кононова 的《土壤腐殖质问题及其研究的当前任务》(1951) 等专著中，均对腐殖质的研究史作了极为充分的论述。这里只准备谈谈土壤有机质研究领域几个主要的趋向。

研究的初期

(十八世纪下半叶)

十八世纪下半叶可看作是研究的初期阶段。在作为农业化学方面第一本科学指南的 Wallerius (1761) 的著作中，便已经有了关于植物分解时腐殖质的形成及其若干特性——吸收水分及营养物质的性能——的叙述；腐殖质被看作是植物的养料。也曾企图利用碱性溶液从泥炭、腐解的植物残体及土壤中分离出腐殖物质 (Achard, 1786; Vauquelin, 1797—1798; Thomson, 1807)。

在同一时期，М. В. Ломоносов (1763) 曾发表了这样的见解：富含腐殖质的土壤(黑钙土?)系来源于“动植物体随时间的腐解”。另一俄国学者——И. И. Комов——在其《论农业》(1789) 一书中

叙述了一系列的原理。这些原理涉及了腐殖质在植物营养中及在建立对植物有利的土壤水分物理状况方面的作用问题。

十九世纪初，出现了关于植物能直接利用腐殖物质及这种物质能参与植物营养的概念。这一概念曾被 Тэер (1809) 采纳作为植物的腐殖质营养理论的基础。但是稍后，Грандо (1872, 1873) 则采取了稍许不同的解释。

十九世紀的研究

十九世纪上半叶应看作是系统地研究腐殖物质的化学特性的开始，它们的不同组分曾从土壤、泉水及腐解的植物残体中得到了分离。

德国化学家 Sprengel (1826, 1837) 曾对腐殖物质的主要组分——腐殖酸(胡敏酸)——进行了最初的详尽描述和分析。他确定了该种物质的酸性特征和它的盐分特性，并指出了胡敏酸在土壤中的存在与土壤肥力间的关系。对于难溶于碱的胡敏酸类型(于晒干或冻结时形成的)，Sprengel 引用了“腐殖碳”一词，认为后者是腐殖物质的一个新的组分。

关于克连酸及阿波克连酸的概念是与瑞典化学家 Berzelius (1839) 的名字分不开的。这些酸首先是由 Berzelius 在矿泉水中发现的；他也指出了它们亦存在于土壤中的可能性。根据 Berzelius 的资料，它们与胡敏酸的不同处在于颜色较浅，碳含量较小(44—49%，而不是 58%)，盐的溶解度较高以及某些其他特征上的不同。所有这些，是当时的学者常将克连酸与阿波克连酸看作是有别于胡敏酸的特殊腐殖物质组分的根据。至于阿波克连酸，则被认为是克连酸的氧化产物。

Sprengel 与 Berzelius 对于腐殖物质的化学特性的研究和论点，在他们的许多同代人和后继者[其中最著名的是荷兰化学家 Mulder (1861—1862) 和俄国学者 Р. Герман (1840, 1942)] 的一系列工作中得到了发展。

Mulder 利用当时累积的资料，根据颜色、在水及碱性溶液中

的溶解度将腐殖物质分成了如下几组：(1) 不溶于碱的：乌敏素及胡敏素；(2) 溶于碱的：褐色腐殖酸——乌敏酸及黑色腐殖酸——胡敏酸；(3) 溶于水的：克连酸及阿波克连酸。

按照当时的见解，上述的每一种物质都被认为是完全独立存在的(即具有一定的元素组成、颜色和特性)。这种观点是错误的，当时，在 Герман 的研究中便已经发现了这一点。Герман 在从不同的土壤和泥炭中分离出胡敏酸后查知，它们的元素组成有一些变动。因此，胡敏酸具有多样性的这一事实是存在的。但是，与时代精神相应，Герман 和发现了类似现象的许多其他学者一样，把每一种胡敏酸都看作是独立的化合物，并赋予它们以特别的名称和化学式。由此，在科学术语中便产生了混乱(后来反映在关于腐殖物质的概念问题上)。而当时对腐殖物质形成过程的激发剂及该过程的机制缺乏正确的理解，也更促使了这一点。

当时被广泛采用的通过化学途径(将碳水化合物、蛋白质及其他植物物质与浓碱及浓酸共沸)获得腐殖物质的方法，并不曾有助于这些不清楚的问题的解决。相反的，却引起了这样的推测：腐殖物质是不是通常用来分离该种物质的碱性溶液作用于土壤后所生成的人工产物？对腐殖物质存在的类似的怀疑态度，一直保留至本世纪的最初数十年间。

然而，微生物学，特别是微生物生物化学的发展(这应归功于巴斯德的光辉发现)，对于腐殖质领域的研究给予很大的影响。早在上一世纪的最后廿多年间，许多著名学者(Post, 1862; Дарвин, 1882; П. А. Костычев, 1884, 1886, 1889; Müller, 1887; Ramann, 1888, 等)的工作便已确定，腐殖质的形成是一种与生物——微生物以及动物界的不同代表(土中动物、蠕虫动物、昆虫)——的活动有关的生物学过程。由于这些发现，与有机残体的腐殖质化有关的过程才开始被看作是生物化学过程；而温度、湿度、通气状况及土壤的其他物理特性对于该过程的进行强度的影响也得到了阐明。属于这一范畴的，有 Schloesing (1876, 1902)、П. А. Костычев (1886, 1889, 1890)、Wollny (1886, 1897)、Deherain (1884, 1888,

1896, 1902) 等人的经典工作。

在土壤腐殖质问题的研究中, 一个新的学派——生物学派的产生有着重大的意义; 这一学派也是很有前途的: 就在这个时期, В. В. Докучаев 与 П. А. Костычев 的工作为将土壤看作是在许多成土因素(其中, 生物学因素——植被及生物活动——有着特别重要的作用)的相互作用下所形成的自然体的学说奠定了基础。根据这一学说, 腐殖质被认为是土壤中的最重要部分, 这一部分在土壤形成过程及土壤肥力中均具有重大的意义, 而它的存在, 正是土壤有别于母质的一项质的特征。

土壤学及农学的发展历史证明了 Докучаев 及 Костычев 的思想的成效。Докучаев 关于腐殖质形成的地带规律性的原理、有关多年生草本植物在黑钙土形成中的意义以及该种植物在恢复土壤肥力中的作用等原理(Докучаев, Костычев), 便是这样的例子。直到目前为止, Костычев 在植物残体的腐殖质化过程的研究领域方面的著作仍没有失去其价值。在这一过程中, 他曾确定了微生物和动物的主导作用, 特别是微生物的合成产物在腐殖物质形成中的参与。

因此, 十九世纪下半叶的微生物学家和土壤学家的工作, 为研究腐殖物质的特性、其生成的生物化学及阐明它在土壤中的多种作用方面指出了广阔的前景。可是, 至本世纪的最初数十年里, 在土壤腐殖质的领域中, 其研究的进一步发展却变得甚为曲折, 而有时甚至走上了不正确的道路。

二十世紀前数十年的研究

正是在这一时期, 关于土壤腐殖质本性的见解的原则性分歧表现得最为突出。

一部分学者将腐殖物质看作是天然的特殊化合物类羣, 它们的形成与有机残体转化的复杂过程有关。另一些学者则认为腐殖物质是用来分离该种物质的碱性溶液作用于土壤后所形成的人工产物。也有人将腐殖质仅视为作为动植物残体的分解产物的、具有独立特性的不同有机化合物的混合物。美国学者 Schreiner 与

Shorey 及其同事主要是在本世纪的最初十年间(1908—1911)进行的工作,促使了关于土壤腐殖质的后一见解的发展。他们曾从土壤及腐殖物质组分中分离出了大量的属于有机化学中已知的不同类羣的化学上独立的化合物(碳氢化合物、脂肪、有机酸、碳水化合物、含磷及含氮有机物质等)。

诚然,这些研究具有肯定的价值,因为它们扩大了人们对于组成土壤有机部分的具有特殊属性的物质类羣的概念。但是在当时(廿世纪初),Schreiner 与 Shorey 的工作则转移了众多学者对于研究在已形成的土壤的有机组分中腐殖物质类羣本身的注意力。曾经企图在土壤腐殖质的比较研究中采用 Schreiner 与 Shorey 的研究原理的学者们所遭到的失败,也可由这一点得到解释。在采用这一研究原理时,即使对于不同的土壤类型,也不曾获悉腐殖质特性的本质差异(例如可参阅 А. И. Хаинский 的著作,1916)。

与此同时,在本世纪的最初廿年里,许多学者对腐殖物质本身继续进行了研究。在这一方面,瑞典学者 Oden (1919, 1922)曾作了许多细致的工作。他将腐殖物质分成如下四组:腐殖碳、胡敏酸(根据 Oden 的用语——腐殖酸)、吉马多美郎酸和富啡酸。关于富啡酸, Oden 认为它与 Berzelius 的克连酸及阿波克连酸相似。Oden 倾向于认为,腐殖酸与吉马多美郎酸是具有某些一定特征的化学化合物;而腐殖碳与富啡酸,根据他的见解,则是类羣的概念。由于当时缺乏深入研究腐殖物质特性的方法, Oden 采用了早先显然是不够全面的一些特征——颜色的差异、对溶剂(水、醇、碱)的不同关系——对它们进行分类。

Oden 对于胡敏酸的胶体化学特性(酸度、功能团、分子量等)的研究有着十分重要的意义。而他对胡敏酸溶胶的研究结果、超显微镜研究及光学研究等也是值得注意的。应用腐殖物质的物理化学特性的研究结果, Oden 论证了泥炭质酸性土施用石灰的必要性。

在腐殖质特性的研究中, А. А. Шмук 曾作出了重大的贡献。他的工作是在 1914—1930 年间进行的。Шмук 认为,胡敏酸(它

的特殊属性从来不曾引起过他的怀疑)是腐殖质的最具特征的部分。但是,与十九世纪的化学家以及 Oden 不同,Шмук 并不把胡敏酸看作是一种具有独立特性的化合物,而认为它是具有同一结构特征的物质类羣;在这一方面,Шмук 的见解与现代的概念甚为接近。

Шмук 提出的下述见解是极为正确的:根据腐殖物质在某一溶剂中的不同溶解特征将它们进行分类是有条件的;它们对于溶剂的不同关系,可由同一物质的不同状况求得解释。根据自己的研究和文献资料,Шмук 提出了胡敏酸是一种高分散的悬浮体的概念。它似乎处于胶体与晶体之间,但具有一系列的为胶态物质所特有的典型特征:能被电解质沉淀、具有吸附性能、有膨胀的倾向等等。他对从黑钙土中分离出的胡敏酸的化学特性的研究结果有很大的意义。Шмук 令人信服地证实了它们的芳香结构以及功能团(羧基及酚基)的存在。关于胡敏酸的氮素形态的研究资料也有不小的意义。在胡敏酸的水解产物中,Шмук 测得了某些最重要的、为蛋白物质所特有的氨基酸,其中包括芳香性的氨基酸(吡啶、3-甲基吡啶等)。考虑到植物残体的含氮有机化合物能很快地被微生物分解,Шмук 认为,土壤氮素有着次生的来源:它的来源是微生物的细胞质。因此,在 Шмук 的工作中,我们看到了 П. А. Костычев 关于微生物的细胞质成分参与腐殖物质形成的这一思想的发展。

С. П. Кравков (1906, 1908, 1911) 的研究工作也是在本世纪的最初数十年间进行的。他确定了植物残体的水溶性有机化合物在土壤形成过程中(特别是在矿质元素自土壤中的淋溶以及腐殖物质的形成中)的巨大作用。这一见解被 Кравков 及其同事在往后的年代里予以发展(Кравков, 1938)。

在研究腐殖物质的起源及其生成机制的这一复杂问题方面,С. П. Кравков 的学生 А. Г. Трысов 有很大的功绩。在对多年的实验(其结果发表于 1914—1916 年)进行总结后,Трысов 得出了这样的结论:不同的植物物质均可能是腐殖质的来源。其中,容易

被微生物利用的化合物(纤维素、半纤维素、单糖、双糖、有机酸等)是间接的来源。它们通过预先转化为微生物的细胞质的阶段,从而参与腐殖物质的形成。

另一些较难被微生物分解的植物物质(主要是具有芳香结构的木质素、丹宁物质、芳香性氨基酸)则是腐殖物质的直接来源。Трусов 用下述图式描述了它们至腐殖物质的转化:水解为较简单的芳香性化合物 → 后者的氧化及生成醌 → 醌的进一步缩合及其转化为暗色的复杂产物(腐殖物质)。这样,便形成了一个关于对立的分解合成过程是整个腐殖质形成过程的基础的原理。Трусов 的下述见解是特别重要的:缩合(合成)作用是在酶——微生物及腐解植物残体组织中含有的氧化酶——的参与下进行的(Трусов, 19166, 1917)。这一基于芳香化合物的氧化与缩合的一般概念的见解,目前已为实验所证实,并成为关于腐殖质形成过程的生物化学的现代概念的基础(见第三章)。

В. Р. Вильямс (1897, 1902, 1914, 1939) 在土壤腐殖质方面的工作是在本世纪的最初数十年里进行的。他的关于腐殖质的概念是从生物羣落(包括植物与微生物)的观念中得出的。这种羣落决定着土壤形成过程的方向、有机残体的分解特征以及形成的腐殖物质的性质。Вильямс 遵循了 Sprengel、Berzelius、Mulder 及 Герман 的腐殖物质是以自然生成物的形式存在的见解,并为它们保留了先前的名称(乌敏酸、胡敏酸、克连酸)。Вильямс 认为,腐殖质形成过程有两个阶段:第一个阶段是原始植物残体的分解及比原始物质较为简单的有机化合物的形成;第二个阶段则是复杂物质(腐殖物质本身)的合成。

Вильямс 曾大力宣传播种多年生牧草是提高土壤肥力的重要手段。他主要是用能保证为植物建立适宜的养分及水、气状况的水稳性结构的形成来论证这一措施的适宜性¹⁾。

从上面关于本世纪最初数十年的工作的简述中可以看出,在

1) 详见 104 页。

腐殖物质的特性及其生成的生物化学的研究方面，曾获得了许多极为重要的结果。大多数学者（Oden、Кравков、Шмук、Трусов、Вильямс）均把腐殖物质看作是为土壤有机部分所特有的物质类羣。

可是，在本世纪的 20—30 年代，则存在着另一种见解。根据这种见解，土壤腐殖质被认为是具有独立特性的有机化合物的混合物。S. A. Waksman 便是这类观点的代表。

在 Waksman 的关于腐殖质组成、腐殖物质的起源及其生成机制的概念中，我们可以看到 Schreiner, Shorey 和德国学者（Fischer 与 Schrader, 1921—1922, 1933; Fuchs 1931, 1936 和他们的后继者）在石炭及泥炭化学方面所做的工作中所得出的见解的反映。在他们看来，木质素是胡敏酸的主要来源。

在 Waksman 及其同事（1926, 1927, 1929, 1930, 1931, 1932, 1933）进行的关于植物残体分解的大量实验中，曾查明木质素对于微生物作用的相对稳定性以及简单的碳水化合物和纤维素的迅速分解。半纤维素及蛋白质的分解，则带来了它们以在腐殖质化的植物残体中大量发育的微生物的细胞质的形式的新形成物，因而这类物质的含量减少得不甚明显。许多学者，例如 Wehmer（1915, 1925, 1927）及 Grosskopf（1926, 1928, 1929, 1935）也曾获得了关于植物残体中简单的及复杂的碳水化合物的迅速分解以及木质化组织的相对稳定性的类似结果。

Waksman 在总结了自己的研究结果后得出结论说，容易被微生物分解的物质（纤维素、简单的碳水化合物等）在腐殖质形成中具有较小的作用；而作为腐殖物质的主要来源的是：第一，植物组织的木质素；第二，以微生物细胞质的形式再合成的蛋白质。当这两种组分相互作用后，便形成了被 Waksman 称之为木质素-蛋白质复合体的“腐殖质核”（1935）。

Waksman 否认在土壤中存在着作为天然化合物的腐殖物质，而认为它们是在碱性溶液作用于土壤后所形成的人工产物。Waksman 对于腐殖物质所持有的怀疑态度甚至表现在即使对“腐殖质