

土壤腐植質問題 及其研究工作的當前任務

M. M. 科諾諾娃

科學出版社

土壤腐植質問題 及其研究工作的當前任務

張明 著

農業出版社

土壤腐植質問題及其研究工作 的當前任務

M. M. 科諾諾娃著

尹 崇 仁 等 譯

陳 華 癸 等 校訂

科 學 出 版 社

1956年3月

土壤腐植質問題及其研究工作 的當前任務

Проблема почвенного гумуса и
современные задачи его изучения

原著者	〔蘇聯〕科諾諾娃 (М. М. Кононова)
翻譯者	尹崇仁等
校訂者	陳華癸等
出版者	科學出版社 北京朝陽門大街117號 北京市書刊出版業營業許可證出字第061號
原文 出版者	蘇聯科學院出版社
印刷者	上海啓智印刷廠
總經售	新華書店

1956年3月第一版	書號：0407 字數：302,000
1957年2月第二次印刷	開本：850×1163 1/32
(圖) 1736—4,162	印張：11 1/2 插頁：9

定價：(10) 2.68 元

內 容 提 要

這本書全面地總結了一百五十年來關於土壤腐植質的科學研究工作，是繼 1936 年瓦克斯曼和 1937 年丘林的兩本專書以後的一本新的專著。

這本書批判性的介紹了研究土壤腐植質問題的歷史，有力地批判了將研究工作引入歧途的唯心主義的學說，堅持與發揚了唯物主義的學說。

這本書詳盡地討論了土壤腐植質的本性與形成過程，它的微生物學與生物化學。也討論了在各種自然條件與農業條件下，土壤腐植質的累積與消失的規律。指出研究土壤腐植質問題的當前任務。

這本書是土壤學家、農學家、農業化學家、土壤微生物學家、土壤化學家們深入鑽研土壤科學中的最基本的問題——土壤腐植質的形成與分解的規律問題——的有指導性的、總結過去和指出前途的一本專書。

序

蘇聯 И. Б. 丘林的“土壤有機質”(1937)和美國 C. A. 瓦克斯曼的“腐植質、腐植質的起源、化學成分及其在自然界中的作用”(1936),這兩本幾乎在同時發表的專門論述土壤腐植質的著作出版以來,已經十幾年了。

過去十年中,許多研究者曾廣泛地研究了有關腐植物質的化學本性、腐植物質的起源和微生物在腐植物質形成中的作用的各種問題。某些研究工作對於腐植質和氮的貯量、腐植質成分的測定以及揭露腐植質在自然條件和土壤耕作方法影響下所形成的規律,是有貢獻的。

這種研究腐植質的興趣不是偶然的;這是因為關於腐植物質的本性和起源的見解上還存在着很多矛盾,而這個問題的一些最主要方面又還研究得很少。近年來所獲得的材料使我們對過去的某些原理有必要進行批判性的重新審查。因此,許多研究者的自然願望是參與土壤科學中這一最重要部分的研究。

我們認為,一般在研究這個問題上所做的努力不是沒有成效的。雖然有許多問題尚未得到解決,但是實際上一些重要的問題已經獲得了一定的解答,並且擬定了進一步研究的途徑。

關於腐植物質作為一類具有特殊本性的化合物而存在的看法,過去是曾經有過許多相反的見解的。然而至目前可以認為已經得到肯定的答覆了。現代關於從土壤中和腐爛的植物殘體中用“緩和”的方法所分離出來的腐植物質(其中也包括呈水溶液狀態的)的化學本性和各種性質的研究工作已經證明,過去一再認為腐植物質是在用鹼溶液從土壤中分離腐植物質的過程中形成的人工的產物的觀點,是毫無根據的。

關於腐植物質的分類，也相當清楚。根據對於腐植物質的新概念，即認為腐植物質是由各種比較簡單的物質縮合而成的高分子化合物系統的概念，可以使人理解得到：這類物質中每一個代表都是極不相同的，它們一方面具有共同的結構外形，但在本性和各種性質方面却又不相同。因此，上一世紀一些研究者想分離出純態的腐植物質，並想根據一些常數（元素成分、分子量及其他指數）來對它們加以證認的企圖，是越來越顯得徒勞無益了。

從對於腐植質的本性、結構和性質的最新研究來看，所有各種各樣的酸——胡敏酸、烏里敏酸、古馬里酸、克連酸、阿波克連酸、吉馬多美朗酸和其他的酸——都可以歸之於二個基本的類型：胡敏酸和克連酸（及阿波克連酸），而關於第二類是否獨立存在的問題還需要進一步加以確定。

兩類的每一類中的各個代表，無論在本性方面（元素成分、功能團、芳香核的本性、光學密度等）或是在各種性質方面（溶解度、分散程度、對電解質凝聚作用的穩定性）都有所不同，這是由於組成腐植物質分子的各成分的本性以及由於腐植物質分子的大小不同所致。

關於腐植物質起源的問題已經清楚了。與本世紀二十和三十年代通行的觀點——即認為木質素是胡敏酸的主要和直接來源的觀點——相反，現在可以說已經證明：除了木質素以外，許多植物性的產物在腐植質化的過程中受到深刻的改變以後而成為腐植物質（胡敏酸）的來源。

很值得注意的是：近年來除了研究土壤腐植質問題的一般理論性的原理（本性、起源、各種性質等）以外，也特別注意研究腐植質形成的規律性，這種規律性決定於不同的土壤形成條件。這類的研究在蘇聯得到了特殊的發展並不是偶然的，因為在我們祖國的遼闊土地上有著各種各樣的土壤，這些土壤為我們研究土壤發育規律提供了有利的研究對象。因此，正是在我國，在這個產生了並發展了俄羅斯土壤發生學的國家，對於研究腐植質形成的地理規律性給予了極大的注意，這方面的研究基礎乃是俄國土壤科學的創始人 B. B. 杜庫

查耶夫的著作奠定的。

黨和政府提出的改造自然和提高農業生產率的宏偉計劃，相應地也指出了科學研究的方向，科學研究工作應該積極地幫助迅速完成這些任務。在土壤科學中也應該這樣。在土壤腐植質的研究工作中，應該特別注意研究在開墾土壤時所採取的不同農業措施之下有機質的狀態。

在蘇聯進行的研究工作使我們有可能找出在不同的土壤氣候條件下有機質積累與分解的循環的特殊性，這就為製訂不同的農業技術措施提供了根據，而這些不同的農業技術措施便會促使我們在草田耕作制條件下合理地安排作物並且最有效地利用土壤有機質。

這本書中所敘述的材料是我們的研究結果，也是最近十到十五年間發表過的文獻的總結，研究工作是在蘇聯科學院土壤研究所科學研究員 Н. П. 別里契科娃、Н. А. 龐科娃、Е. П. 拉貢諾娃、И. В. 亞歷山德羅娃的積極參加下進行的。

我願藉此機會對於蘇聯科學院通訊院士 И. В. 丘林教授，以及 И. Н. 安齊波夫—卡拉塔耶夫教授、Е. Н. 米蘇斯金教授所提的寶貴意見致以謝忱。

譯 稿 說 明

(1) 本稿是1954年威廉斯土壤學講習班學員們以及北京農業大學俄文翻

譯室部分同志合譯的,担任初稿翻譯工作的計有:

序、第一章 韓純儒、左東峯譯

第二章 尹崇仁、靳 晉譯

第三章 96—120 頁 黎耀輝譯

120—158 頁 張鵬雲譯

第四章 何萬雲、李昌華譯

第五章 周祖英、林景亮譯

第六章 范雲六、李學垣譯

第七章 楊潔彬、賀錫蘋譯

附錄 徐文徵譯

(2) 初稿譯成後,委託華中農學院微生物學教研組校對,計參加校對的有:

陳華癸、李阜棣、袁永生、王家玲、趙文洪、胡正嘉、曹燕珍、李學垣、

朱汝璠、竺萬里、劉道宏、龔立三、趙增煜。

校對後並製成中外人名對照表。

目 錄

序.....	i
第一章 土壤腐植質的研究史中幾個最主要的階段.....	1
研究土壤腐植質的開始時期 (18 世紀的後半紀和 19 世紀初葉).....	2
19 世紀的前半紀腐植物質化學本性的研究的發展	5
19 世紀的後半紀關於腐植物質是天然化合物概念的修正——土壤腐 植質研究中的新方向 (生物學方向) 的產生	11
20 世紀的前 20 年在腐植質本性的觀點上進一步的爭論——有關腐植 物質起源和微生物對腐植質形成所起作用的新事實的累積.....	16
20 世紀中進一步的研究:煤、褐煤和泥炭的腐植質化學的研究;從煤、褐 煤和泥炭的腐植質化學的研究轉入土壤腐植質方面的研究.....	29
第二章 現代關於土壤腐植質成分以及腐植物質本性的概念.....	35
非特殊性的土壤有機質.....	36
特殊性的土壤有機質(腐植物質本身).....	39
土壤腐植質中的胡敏酸:元素成分、功能團、芳香核。胡敏酸中的還原物質和 含氮部分; 分子結構	40
土壤腐植質中的胡敏素	54
克連酸和阿波克連酸	58
吉馬多美朗酸	67
腐植物質是高分子化合物的體系.....	69
高分子化合物的概況	69
不同土壤的腐植物質是高聚體系統	74
同一土壤的腐植物質是高聚體系統	79
結論.....	82
第三章 腐植質形成過程的生物化學.....	85
在腐植質形成中物理、化學和生物因素的作用	85
腐植物質的產生.....	87

在腐植物質形成中木質素之可能參與作用	90
這個問題的過去工作	90
關於植物中木質素的化學本性和形成的新資料	92
芳香化合物的被微生物利用	97
在腐植物質形成中纖維素可能參加作用	102
植物組織系統中的腐植質形成作用	108
研究的佈置	108
腐植質化時植物殘體變化的性質	109
腐植質化時植物殘體化學成分的變化	112
腐植質化時植物殘體解剖構造所發生的變化	115
與動物的生命活動有關的腐植質化了的植物殘體所發生的變化	124
新形成的腐植質的本性	127
由植物殘體所產生的胡敏酸的物理化學性質	130
在植物殘體腐植質化的早期階段形成胡敏酸分子的生物化學	132
結論	142
第四章 有機質在土壤形成和土壤肥力上的作用	144
有機質在分解土壤礦質部分的風化過程和分解過程中的作用	145
非特殊性的有機質的作用	145
腐植物質的作用	149
有機質在創造土壤結構方面的作用	152
作為植物養分來源的有機質	158
有機質對植物的生長和發育的作用	164
結論	173
第五章 腐植質形成的自然因素	174
植物覆蓋層在腐植質形成中的作用	180
土壤中微生物與腐植質形成過程	184
水熱條件與腐植質的形成過程	189
土壤的化學和物理化學性質與腐植質的形成過程	196
第六章 蘇聯主要土類有機質的特性	201
腐植質形成的基本規律	201
腐植質及氮素的儲藏量, C:N 的比例	201
土壤腐植質的成分	202

在不同土壤中腐植質的結合形態	204
強灰化土的腐植質	208
生草灰化土的腐植質	212
灰色森林土的腐植質	217
普通黑鈣土的腐植質	219
暗栗鈣土和黑碱土的腐植質	225
灰鈣土的腐植質	229
紅壤的腐植質	231
結 論	235
第七章 在各種耕作措施下土壤有機質的變化	238
在被開墾生荒地和熟荒地以及在這種荒地上長期栽培一年生農作物的 條件下有機質的分解	246
生草灰化土	246
雨量適中和雨量不穩定地帶的黑鈣土	248
雨量不足地帶的黑鈣土和栗鈣土	250
灌溉的灰鈣土	253
結 論	256
廐肥是土壤中腐植質的來源	260
生草灰化土	262
黑鈣土	262
標準灰鈣土	263
天然熟荒地中有機質的累積	267
在草田輪作的條件下土壤有機質的變化	270
在多年生牧草覆蓋下根殘體的累積	271
多年生牧草在形成土壤結構中的作用	276
在草田輪作中多年生牧草之下土壤腐植質的累積	279
生草灰化土	279
雨量不穩定地帶的黑鈣土	282
雨量不足地帶的黑鈣土和栗鈣土	283
灌溉灰鈣土	285
在不同的土壤氣候條件下多年生牧草層耕翻之後腐植質分解的可能速度	289
在草田輪作的條件下有機質的累積-分解週期的特點	293
新鮮植物殘體對植物的不良影響	298

在土壤耕作的綜合措施的條件下有機質的變化.....	309
附錄.....	315
研究方法.....	315
植物的地上部分物質和根的計算法.....	315
植物材料的生物化學分析.....	316
顯微鏡觀察用的植物材料製備法.....	319
土壤中有機態碳素及氮素的測定法.....	320
腐植質成分的測定法.....	321
游離的胡敏酸以及與活動性 R_2O_3 結合的胡敏酸的測定法	324
胡敏酸光學性質的測定法.....	325
胡敏酸凝聚極限的測定法.....	325
功能團的速測法.....	326
胡敏酸對植物生長影響的試驗法.....	327
參考文獻.....	328
中外人名對照表	353

第一章 土壤腐植質的研究史中 幾個最主要的階段

現代關於土壤腐植質的概念是由於對它長時間的研究而形成的。對土壤腐植質的問題之所以給予很大的注意，一方面可能是由於土壤腐植質在土壤形成過程中和土壤肥力上有着多種多樣的作用，另一方面也是由於問題的複雜性，需要進行多方面的研究。

土壤腐植質問題是一個綜合性的問題，爲了對它作全面的研究，就需要有各個學科的科學家參加，需要土壤學家、微生物學家、動物學家、植物生理學家、農學家、化學家、物理化學家等。任何學科在不同時期中的狀況，都會大大地影響到土壤腐植質的研究方向，以及在腐植質研究中幾個主要問題的觀點的形成。

土壤腐植質研究史的特點是：人們總是企圖在相應學科的發展狀況還不能給以幫助以前，就企圖提出某些重要的和原則性的原理。例如，對於由微生物的活動而引起的腐植物質形成過程的研究，還在上一世紀的前半紀就引起了研究者們的注意，而土壤微生物學是在上一世紀的後半紀才發展起來的。

這種“脫節現象”的後果，很自然地影響到腐植物質起源問題的狀況。上一世紀前半紀的研究者們在從化學的立場來解決這個問題（在當時化學已有很大的發展）之後，認爲腐植物質是某些植物性物質（簡單的碳水化合物、纖維素、嵌入物質¹⁾）的氧化產物。他們以強酸和強鹼作用於這些植物性物質，企圖用化學的方法重新形成腐植物質。

1) 即木質素——譯者註。

由於腐植質的研究史中充滿了這種當解決最重要問題時在方法論上的錯誤企圖，所以在腐植質的本性和性質、腐植質起源及腐植物質在土壤形成和土壤肥力中的作用方面，出現了許多互相矛盾和紊亂的概念。只要指出一點就足以說明上述情況：許多研究者甚至不只一次地懷疑腐植物質作為一個具有特殊本性的化合物而存在的事實。

問題很複雜，文獻材料很多，各個研究者的見解又有相當大的矛盾，這就在極大的程度上使我們對腐植質學說的歷史簡述變得複雜起來。雖然如此，但是我們不應當逃避這個任務，我們認為只有批判地審查了過去的工作，才能找出那些工作中存在的錯誤，才能擬定出今後研究的正確道路。

詳細論述有關土壤腐植質的各種文獻不是我們的任務，因為許多著作的作者已經把這個工作順利地完成了。我們現在只來依次審查一下土壤腐植質學說發展史的每一階段中一些最重要的著作。

研究土壤腐植質的開始時期

18 世紀的後半紀和 19 世紀初葉

在早期的研究工作中，只是模模糊糊地指出腐植質是土壤的一部分，在土壤肥力中有很大的作用，這個時期我們不去談了。現在我們來研究一下 18 世紀後半紀的著作。

在作為農業化學方面第一本科學指南的華列留斯（1761）的書中，就已經指出在植物分解時形成腐植質以及腐植質的某些性質：吸收水分的性能（親水性）、吸收營養物質的性能；他把腐植質認為是植物的養料。M. B. 羅蒙諾索夫的著作“冶金業或採礦業的基本原理”，也是在這個時期（1763）發表的；羅蒙諾索夫在這本書裏發表了他的一種看法：腐植質含量高的土壤（黑鈣土？）是由於“動物體和植物體隨時腐爛”所產生的。

在這個時期的以後的年代裏，黑鈣土形成的問題曾經引起了許多學者們的注意，他們把黑鈣土的起源或是認為與水生植物有關係

(帕拉斯)，或是認為與動物有關（彼特佐爾德），或是認為與草原的草本植物有關（休登什德）。

在 1782 年，俄羅斯學者 И. И. 科莫夫的著作“論農業”出版了，這本書是一般農業和最重要作物的農學技術方面的指南。

在這本書中，作者發表了關於腐植質在土壤肥力中之作用的卓越原理。科莫夫把土壤的最重要的水分物理性質和土壤中之所以富有營養物質與腐植質的存在聯系起來了。他認為“植物的營養液和動物的食料沒有任何區別”，認為“營養相同但比這兩種更好一些的營養料就是由腐敗物製成的”（120 頁）。因此在科莫夫的書中包括了後來為泰伊爾所發展的植物營養的腐植質學說的要素。

科莫夫指出了有機肥料（廐肥）在提高土壤肥力方面的作用，並且大力宣傳種植多年生牧草。他把多年生牧草的栽植放入他所提出的輪作方案中。

科莫夫的著作奠定了耕作制的科學基礎，這個科學的基礎後來被俄羅斯學者——B. B. 杜庫查耶夫、П. A. 科斯蒂切夫、A. B. 索維托夫、A. A. 伊茲邁伊里斯基等人，針對俄羅斯的條件加以發揮，最後被草田耕作制的創始人——B. P. 威廉斯院士針對蘇聯社會主義農業作了進一步的發展。

腐植物質，從它們由許多天然物體中分離出來的時候起，便開始具有一些不清晰的觀念。大概阿哈爾德（1786）是第一個用鹼溶液處理泥炭把腐植物質從泥炭中分離出來的人，然後使鹼提取液酸化，腐植物質便以黑色無定形的沉澱沉降下來了。阿哈爾德指出，鹼溶液從泥炭的下層，也就是從腐植化程度較大的泥炭層中，能取出較大量的腐植物質，而從腐植化程度較小的植物殘體中，也就是從泥炭的上層取出的腐植物質數量則較少。

沃凱林（1797）從患有真菌病害的榆樹的木質部中，分離出呈鹼性溶液狀態的腐植物質；過了不久，湯姆生（1807）就把這種物質叫做烏里敏素。

不同的研究者從腐爛的植物體、泥炭和土壤中都獲得了腐植物

質，因此推動了對腐植物質的本性和性質的研究。18 世紀末葉和 19 世紀初，自然科學特別是化學和植物生理學的發展有了很大的成就，這就促使了上述的研究得以實現，同時也確定了研究的方向。

索秀爾（1804）第一個確定：與原來的植物殘體相比較，腐植物質中碳增多而氫和氧減少。這是腐植質形成過程複雜性的間接標誌。他首先提出了關於植物的腐植質營養的理論；他從腐植質中分離出溶於水的部分（“腐植質提取物”），以後，便根據盆栽實驗的材料得出這樣的結論：腐植物質可以被植物直接利用。

大家都知道，泰伊爾（1809）所製訂的植物腐植質營養學說是最完善的，他在綜合了直到當時為止在農學方面所積累的經驗之後，得出一個信念：土壤肥力在頗大程度上決定於土壤中腐植質的積累，按照泰伊爾的意見，腐植質乃是植物營養唯一的和直接的來源。腐植質營養學說在幾十年的期間內，直到布祥戈（1841）和李比希（1840）——植物礦物質營養學說的創始人——的著作出現時為止，獲得了普遍的承認。

在同一個時期，布拉康諾（1807，1819）首先企圖用人工方法得到腐植物質，他用無機酸來處理碳水化合物和其他的植物性物質，這樣所得到的褐色物質能溶於鹼溶液，布拉康諾把它叫做烏里敏素並認為它是與天然烏里敏素相類似的物質。缺乏土壤微生物的知識和土壤微生物參加土壤有機質變化的知識，是把腐植質形成看作是純粹化學過程的原因。

由此可見，在 18 世紀末和 19 世紀初的工作中，業已打下了關於腐植物質是一類特殊的天然化合物的觀念的基礎，並且初步研究了腐植物質的化學本性和查明了腐植物質在植物營養中的作用。但是那種在方法論上錯誤的、用酸和鹼的溶液處理植物性物質以獲得腐植物質的方法，以及認為腐植質形成是化學過程的不正確的觀念，已經深入到科學研究的實踐中去。後來，這些錯誤加深了，並促使了關於腐植物質的來源形成過程的機構的一些虛偽觀念的產生。

土壤腐植質研究的下一時期的特徵，是在腐植化學本性的研究