

# 土壤中有有机化合物的分解 与腐植质的形成

Б. Д. Кирюшин

土壤腐植质含量动态的调节,对土壤肥力的恢复和提高,有决定性的意义。因此,研究土壤中各种有机化合物对腐植质形成的影响是非常重要的。试验证明,土壤微生物对纤维素、半纤维素、蛋白质和植物残体低分子化合物的分解较快,对脂腊质、木质素和鞣质的分解则较慢。

应用  $^{14}\text{C}$  大大加深了对植物残体转化动态和分解产物在腐植质形成中的作用的认知。 $\text{pH}$  和土壤原有腐植质含量,对植物残体的分解影响不大。在中性和酸性条件下,土壤粘土矿物含量高会延缓植物残体的分解过程。禾本科牧草地有机物质的分解过程比休闲地慢得多。谷类作物和中耕作物对此影响不大。

一年后示踪碳在土中的残留量为 30%,五年后为 20%,10 年后为 8~10%。分解过程可用  $A = A_0 \times e^{-kt}$  来表示,式中  $A$ —经过一定时间 ( $t$ ) 的腐植质量,  $A_0$ —碳的原有量,  $e$ —等于 2718 的自然对数底数,  $k$ —常数。

Jenkinson D. 和 Rayner J. 提出了如下的土壤有机质长期分解模式:在连续每年每公顷施一吨碳的条件下,经过一定时间,0~23 厘米土层中碳的含量稳定在每公顷 24 吨,其中易分解植物残体 0.01 吨,难分解的植物残体 9.47 吨,生物体 0.28 吨,物理学上稳定的土壤有机组分 11.3 吨,化学上稳定的土壤有机组分 12.2 吨。土壤有机化合物中碳的保存年限为 1240 年,而它的易分解的组分的寿命仅 1~26 年。由此可见,被分解的是

少数不稳定的腐植质组分,亦即植物本身和腐植化程度较低的植物残体以及微生物生命活动产物。

Jenkinson D. 发现,土培过程中  $\text{CO}_2$  释放量的增加是已死微生物分解的结果,因此他建议在测定生物量时一定要进行土壤灭菌。按公式  $B = F/K$  来计算生物量,式中  $B$ —与微生物结合的碳,  $F$ —额外释放出来的  $\text{CO}_2$ ,  $K$ —10 天内矿化为  $\text{CO}_2$  的生物量的百分数。Anderson J. 和 Dornsch K. 的研究表明,真菌的  $K$  值为 45%,细菌为 33%。与微生物结合的碳占 0~23 厘米土层中全碳量的 2~3% 或 500~2000 公斤/公顷。

施用新鲜植物残体会活化或延缓微生物的活动,从而增加或降低有机质的分解程度。盐类或其他矿物质也有同样的作用。某些学者认为起爆反应是适宜于微生物生长的  $\text{C/N}$  比为 5~8 的结果。 $\text{C/N}$  比值大时,微生物停止生长。植物残体与  $\text{C/N}$  比为 10~12 的土壤混合时,土壤腐植质部分分解会使微生物区系活化。施用富含氮素的植物残体或植物残体与氮肥混合施用,都会使土壤腐植质矿化缓慢,从而使土壤腐植质贮量有所增加。

植物残体分解度也决定于  $\text{C/N}$  比。 $\text{CO}_2$  释放量与植物物质数量无关。研究时间长短和植物物质中具有一定的氮量,是植物残体分解的必要条件。植物残体的化学组成对它的分解有决定性的影响。 $\text{CO}_2$  释放量与多糖含量呈正相关,木质素含量与  $\text{C/N}$  比呈负相关。这可由下方程式

$$\frac{1}{\text{CO}_2} = \frac{(\text{O/N} \times \text{木质素}\%)}{\sqrt{\text{碳水化合物}\%}}$$

表示。

在气候比较湿润的条件下，光合碳的分解量可达70%，而在高山的低温条件下，藁秆中的碳只有20~25%能分解为CO<sub>2</sub>。杨树叶的分解相当快，这是因为在0℃生理上也活跃的真菌参予它的分解。热带土壤的腐植质对矿质化有较长的稳定性，可能是因为它有某种极稳定的腐植质组分。

**碳水化合物、胺基化合物和脂族化合物**  
50~70%的植物残体由纤维素和半纤维素所组成。纤维素可能含有15000个葡萄糖分子，半纤维素含有己糖、戊糖和糖醛酸。纤维素和半纤维素可被好气性和嫌气性细菌、高等和低等真菌以及某些链霉菌所分解。

半纤维素，特别是纤维素，与木质素相结合存在于细胞壁内，这就延缓多糖的分解。60~70%的纤维素和半纤维素在几周之内，葡萄糖在几天之内就转化为CO<sub>2</sub>，而残余的碳能长久保存，甚至过了两年，土壤中仍存留15%葡萄糖的碳。大部分稳定的碳含在腐植物质中，用6N盐酸可水解浸提出氨基酸和氨基糖。土中残留的碳主要以微生物代谢或生物物质本身的含氮产物的状态存在，其中有一小部分是微生物黑素和腐植物质多酚组分。

相当大一部分残余碳是多糖的组分，它们一部分由未分解的植物残体和微生物合成产物所组成。土壤多糖组分的稳定性并不是由于它的分子具有生物学稳定结构，而是由于它与金属离子形成盐类和络合化合物和它被粘土矿物和腐植物质所吸附。

植物根系分泌物除含有有机酸和氨基酸外，还含有碳水化合物。5~15%的光合碳通过根系进入土中。Sauerbeck D. 认为，快收获时土壤含碳量比根茬含碳量多20~50%。这些多余的碳不仅是根毛和分生组织，而且是易溶解的化合物，这些分泌物（每公顷约为4吨）加强了根际微生物的活性，从而改

善了土壤养分状况。

在气候温暖的条件下，植物仅能利用土壤氮贮量的1~2%。氨基化合物与生物物质牢牢地结合，被粘土矿物和腐植物质所吸附。蛋白质被胡敏酸或植物单宁凝聚之后，它的分解大大降低。与真菌黑素结合的氨基化合物也是很难分解的。游离和吸附的氨基酸和肽施入土中四周后，80~90%氧化为CO<sub>2</sub>。被腐植物质吸附的蛋白质分解较慢。氨基酸、蛋白质和肽与含酚聚合物化学结合后，分解缓慢，四周仅分解10~15%。葡糖胺和聚氨基葡糖与酚也有同样的聚合反应。

**酚与含酚聚合物——木质素与真菌黑素**  
植物和微生物能合成含酚羧酸和羟基苯丙烯酸这样的含酚化合物。它们以结合状态存在于植物木质素、类黄酮、单宁或微生物黑素和土壤腐植物质中。含酚物质被腐植物质胶体吸附而不受微生物影响，或迅速转化为缩合或聚合态。

苯甲酸、茴香酸、对羟基苯甲酸和藜芦酸的分解特别快。阿魏酸、咖啡酸、原儿茶酸、儿茶酚和松柏醇的分解比较缓慢，但在胡敏酸或其盐溶液中培养后，它们的分解过程得以活化。

含酚物质加入土中的数量、土壤pH、定期灭菌和不灭菌，对含酚物质的分解过程有很大的影响。在浓度为1~10000毫克/公斤的情况下，苯甲酸和茴香酸分解度的变化比对羟基苯甲酸和阿魏酸分解度的变化小。培养12周以后，阿魏酸分解40~79%，环上的碳的分解比甲氧基上的碳慢。

大多数植物残体含有10~30%的木质素，它对生物学分解的抵抗力比较高和具有络合的酚结构，所以它是形成腐植质的主要原始物质。松柏醇、芥子醇和对香豆醇参予木质素的合成，各种植物这三种醇的比值，变化很大。针叶树的木质素主要是松柏醇和芥子醇的聚合物，而草本植物的木质素则是13种木素醇的混合聚合物。脱氢聚合物和小麦秸在pH中性的轻质土上培养25周，结果

40%的甲氧基转化为 $\text{CO}_2$ ,侧链的 $\text{C}_1$ 和 $\text{C}_3$ 的氧化则较慢。侧链 $\text{C}_2$ 和环上的碳氧化了20%。土壤有机质组分分析结果表明,环上已标记的大多数碳用在胡敏酸的合成。

嫌气性细菌不能解聚木质素,只能氧化简单的酚。木质素能被微生物分解为 $\text{CO}_2$ ,但它的分解比所有其他植物残体慢。培养半年后,氧化逐渐减慢。甲基的分解很慢,而环上的碳大部分早已存在于腐植质组分中(主要在胡敏酸中)。木质素的分解比土壤胡敏酸及真菌黑素慢。真菌黑素是许多土壤低

等真菌的生命活动过程中形成的,它积累在细胞壁内,或分泌出土壤溶液中。真菌用次生物质形成的酚、蒽醌和萘醌参予真菌黑素的形成。类胡萝卜素、氨基酸和氨基糖的衍生物也参予它的形成。真菌黑素积累在细胞壁后,它进一步的分解非常缓慢。因此,黑素本身比黑素化真菌细胞稳定得多。

摘译自苏联“国外农业”

1981年第三期

曾广骥摘译

## 大豆蒸腾作用与叶面积、根长 以及土壤含水量的关系

B. W. Eavis H. M. Taylor

### 摘 要

我们在依阿华州 Ames 附近的田间,用100、162公升的容器种植大豆[Glycine Max (L.) merr. 'Corsoy'],测定其一个吸水周期内根长(RL)和叶面积(LA)的比值对蒸腾强度及叶片水势的影响。

Clarion 粘壤表土(典型的 Hapludoll)上,以两种肥力水平配合两种灌溉处理,其RL/LA的比值各有差异。早周期开始时由于两种容器的大小不同,它们的贮水量是不同的。容器内茎秆周围加上覆盖,以防水分蒸发。

蒸腾强度,以一定时间内的容器总重之差来计算。以植株顶端小叶的长、宽计算几天内的叶面积,并以压力室法测定叶水势。收获时测定根长。

容器中的总蒸发量(厘米<sup>3</sup>/日)随叶面积的增加而直线上升,而蒸腾强度(厘米<sup>3</sup>/厘

米<sup>2</sup>/日)随土壤含水量的降低而直线下降。但在任何含水量情况下,根长对蒸腾强度的影响并不显著( $P = 0.95$ )。当特殊处理的RL/LA比值增加时,每米根的吸水率相对的降低。土壤含水量相同时,植株的总根长与每米根的吸水率之间的反比关系,使植株维持稳定的叶水势(不考虑RL/LA的比值)。

### 材料与方法

本试验是在依阿华州 Ames 以西七公里的田间做的。8个聚丙烯圆筒,直径为43厘米,底面密封。其中4个的筒高为69厘米(100公升),置于地面,另4个筒高为112厘米(162公升),把下部43厘米埋于地下。这样,露出地面的所有筒高都是69厘米。用可以摘下的玻璃纤维罩套在筒上,割掉周围的草。

每筒均装上 Clarion 土(典型的 Hapludoll 土与壤土相混合,加水使湿润)的表土(40% > 50", 35% = 50~2", 25% < 2")。土