

有机残体(苜蓿)腐解过程中 腐解物能态的研究*

陈思根 张一平 白锦麟 宰松梅 杨发民

(西北农业大学农化系, 陕西杨陵·712100)

摘 要 将粉碎的苜蓿样装砂滤管埋入不同施肥处理的长期定位试验地, 分期取出腐解物样品, 并将其进行组分分离, 测定燃烧热值, 以探讨苜蓿样腐解过程中的能态变化特点及各组分对腐解过程中腐解物总热值的影响。结果表明: 苜蓿样腐解过程中腐解物的能态变化可分为波动起伏(第 1~7 月)、急剧下降(第 8, 9 月)和趋于平稳(第 9 月以后)3 个阶段; 纤维素、半纤维素及木质素类物质是影响腐解物热值的主要因素, 腐解前期腐解物的能态与土壤肥力呈反相关。

关键词 苜蓿, 腐解物, 有机质组分分离, 能态, 土壤肥力

中图分类号 S153.63

植物残体的腐解是一个复杂的过程, 从能态变化的角度研究其腐解特点及规律是有效的。据研究, 有机残体(玉米秸秆)腐解过程中腐解物能态呈现波动起伏形式, 是既有吸能又有放能的一个错综复杂的能态变化过程, 腐解物化学组分变动状况对其能态确有一定影响^[1]。为进一步揭示有机残体腐解过程中腐解物的能态变化规律及其机理, 本研究以苜蓿作为供试样品, 用恒容燃烧热(Q_v)作为表征腐解物能态的指标, 通过对不同肥力条件下的不同腐解时期苜蓿残体腐解物的组分分离, 分别测定其各组分的燃烧热值, 探讨不同肥力条件下腐解物的能态变化特点及各组分对腐解物总能态的影响。

1 材料与方 法

将新鲜的苜蓿样(地上部分)洗净、风干、粉碎过 1.0 mm 筛, 粉碎样加适量水(300 mL/kg 干样), 取该湿样一定量(53 g/管)装入砂滤管, 埋入本校红油土有机肥转化长期定位试验地(到实验布置时, 已连续实施 13 年)的无肥、化肥及厩肥处理小区, 各处理的施肥情况及试验地小区土壤的基本性状见表 1, 每区集中埋 8 管, 重复两次, 埋管后覆土厚约 10 cm。

表 1 试验区施肥处理及土壤的基本性质

处理	施肥方案 kg/hm ²			试验小区土壤的基本性状				
	厩 肥	尿 素 ¹⁾	过磷酸钙 ¹⁾	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	全 P (g/kg)	速效 P (mg/kg)	CEC (cmol(+)/kg)
无肥	0	0	0	13.3	0.92	0.98	3.63	16.76
化肥	0	450	450	14.5	1.00	1.09	7.06	17.42
厩肥	37500	450	450	17.7	1.14	1.26	11.95	17.84

注: 1) 为每年小麦—玉米两料作物用量; 2) 系 1989 年 10 月采集样品的分析结果, 数据为两重复区的平均值。

收稿日期: 1992-07-16.

* 高等学校博士点基金资助项目。

试样于 1990 年 6 月埋入试验地,分别于 1990 年的 7,8,9,10,11 月和 1991 年 1,3,6 月取样,样品经风干、粉碎,再于 60℃ 红外灯下烘 8 h,放入干燥器,作为下步的分析试样(称之为腐解物原样)。腐解物的各组分分离采用“植物物质化学组成近似系统分析法”^[2],依次除去腐解物原样中的苯-醇溶物、水溶性物、纤维素及半纤维素。每分离一种组分后取出部分剩余样品,烘干、磨细作为燃烧热的测定样品。各样品的内能值用氧弹式量热计测定的恒容燃烧热(Q_v)表示^[3~6]。

2 结果分析

2.1 腐解物能态(Q_v)的变化特点

由苜蓿残体不同腐解时期腐解物原样的 Q_v 值测定结果(见图 1),可以看出:随腐解的进程,不同处理腐解物原样的能态均有起伏,即腐解过程中吸能与放能交错进行,这与玉米秸秆的腐解^[1]相似。各处理腐解物能态随腐解时期均呈现规律性变化,据整个试验期间腐解物的能态变化特点可以将腐解过程分为 3 个阶段,即能量波动阶段(腐解的第 1~7 个月)、急剧下降阶段(第 8,9 月)和趋于平稳阶段(9 个月以后)。从埋样到腐解的前 7 个月内,腐解物能态呈波动形式变化,即表现为吸、放能的交错进行;腐解的第 8,9 月,各处理的能态均急剧下降,到腐解 9 个月时,各处理腐解物的 Q_v 值均低于苜蓿原样的热值,其与苜蓿原样的热值相差分别为无机肥处理 1 868.8 J/g,化肥 1 728.1 J/g,厩肥 2 019.5 J/g;腐解 10~12 个月后,各处理腐解物的能态趋于稳定,从苜蓿原样到腐解后期的腐解物质总的腐解过程是一个有能量耗损的放能过程。

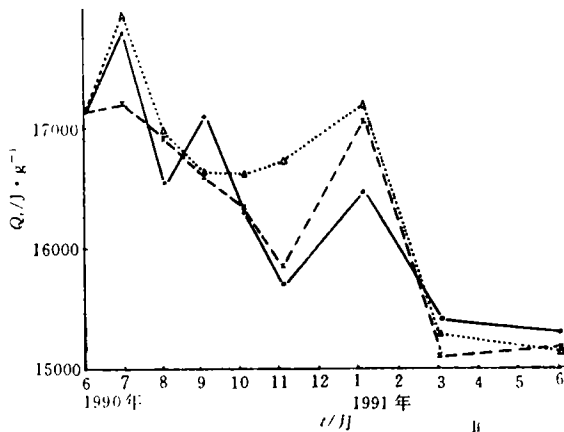


图 1 不同腐解时期腐解物样的能态变化
△---△无肥; ····化肥; ×---×厩肥 (图 2~5 同)

2.2 各组分对 Q_v 的影响

2.2.1 不同时期腐解物组分变化特点 腐解过程中不同时期腐解物各组分含量的变化见图 2。由各组分的测定结果可以看出:苯-醇溶物含量较少,在 0.6 g/kg 以下,在腐解前期有一定的波动,7 个月以后含量趋于平稳;水溶性物质含量在腐解的前两个月内急剧下降,以后的变化相对稳定,其含量 1.5 g/kg 左右;纤维素半纤维素物质在腐解的前 7 个月内呈波动状态,第 8,9 月呈现上升趋势,9~12 个月又呈下降趋势;分离最后的剩余物质(木质素类物质)在腐解前期其含量急剧上升,7 个月后趋于平稳。其中值得注意的是无肥处理的木质素类物质含量高于化肥及厩肥处理。

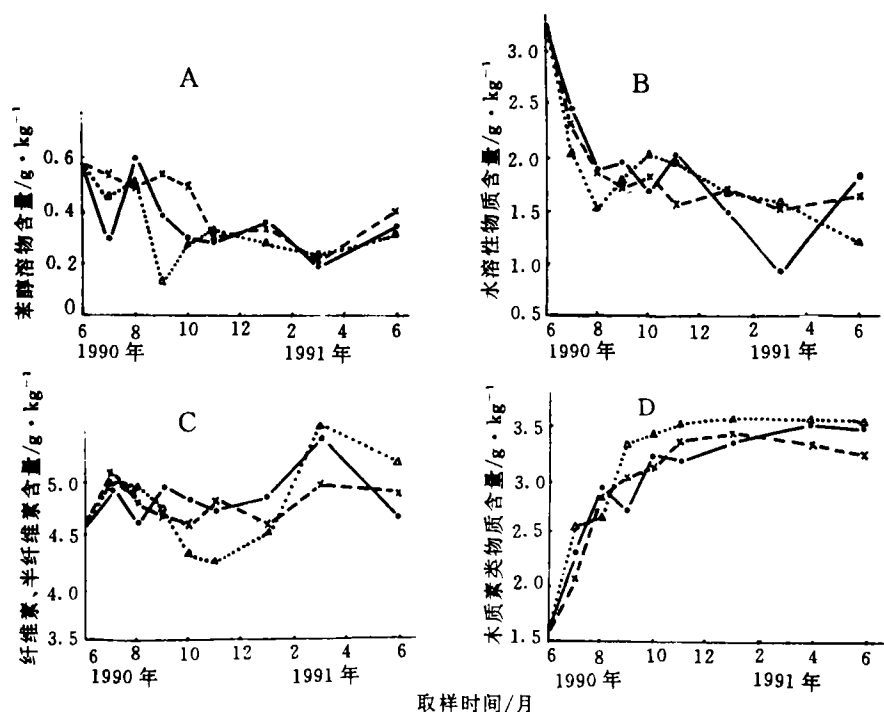


图2 腐解物各组分含量的变化

A. 苯-醇溶物; B. 水溶物; C. 纤维素、半纤维素; D. 木质素类

2.2.2 腐解物各组分对 Q_d 的影响 不同时期腐解物原样依次将苯-醇溶物、水溶物、纤维素半纤维素物质分离去除,并分别测定其剩余物质的燃烧热值,结果见表2。

由表2结果可以看出:去除苯-醇溶物后,单位重量样品的燃烧值减少,但其热值变化趋势与腐解物质原样的 Q_d 的总变化趋势一致,相关分析表明二者达极显著相关($r=0.7865^{**}$);去除水溶物后剩余物的热值变化和腐解物原样热值的变化在腐解的前7个月较一致,特别是化肥和厩肥处理;去除半纤维及纤维素后,剩余物质的热值与原样相比则不具相关性。如果据各成分的百分含量,折算出该物质的燃烧热值,便会发现水溶性物质的热值相对较小(以苜蓿原样为例,水溶物、纤维素半纤维素、木质素 Q_d 值分别为14787.9,16733.8,22607.8 J/kg)。腐解物原样在去除各组分后,最终剩余物单位重量的热值高于腐解物原样(表2)。

由上述结果可以初步认为:苯-醇溶物对腐解物 Q_d 的绝对值大小有影响,但因其含量低(0.6 g kg^{-1} 以下),去除与否不改变 Q_d 总的动态变化趋势;水溶物的含量及热值都相对较小,对腐解物 Q_d 值变化的影响也不大;纤维素半纤维素及木质素类物共同决定了腐解物 Q_d 值随腐解进程的动态变化规律,是影响原样热值的主要因素。

需说明的是腐解物热值(图1)是以1g原样(即未去除燃烧后的灰分重量)作基数计算的,这样可如实反映不同腐解时期腐解物本身状态特征(另文报道)。而去除各组分后的样品由于经过多次处理,腐解物原样中累积的灰分元素已被去除,故以组分去除后剩余物

样重作基数所得结果,显示的趋势与原样相比会有所差异。

表 2 不同腐解时期的腐解物去除某组分后剩余物的燃烧热值

J/g

取样时间 (年.月)	处 理	原 样 (1)	(1)—苯-醇溶性物 (2)	(2)—水溶性物 (3)	(3)—半纤维素 及纤维素 (4)
1990.6	苜蓿粉碎样	17 130.3	17 086.3	18 255.7	22 607.8
1990.7	无 肥	17 929.3	16 347.7	14 923.6	23 526.2
	化 肥	17 741.7	15 825.3	15 462.0	22 101.9
	厩 肥	17 181.6	15 372.2	—	21 309.1
1990.8	无 肥	16 957.5	15 261.2	14 769.1	21 705.7
	化 肥	16 507.5	14 245.9	14 279.2	21 800.6
	厩 肥	16 910.5	14 776.1	15 052.5	22 515.8
1990.9	无 肥	16 622.1	15 522.4	13 161.5	21 799.4
	化 肥	17 087.2	15 533.3	15 072.8	22 164.4
	厩 肥	16 594.2	15 222.3	14 244.9	21 690.3
1990.10	无 肥	16 620.1	16 642.7	14 718.0	22 229.2
	化 肥	16 271.9	15 260.6	—	22 174.7
	厩 肥	16 321.5	14 591.5	13 925.2	21 811.2
1990.11	无 肥	16 700.1	15 192.5	14 635.3	21 952.2
	化 肥	15 683.3	14 315.6	13 609.1	21 134.4
	厩 肥	15 841.2	14 361.5	13 811.2	22 441.4
1991.1	无 肥	17 158.8	15 058.6	14 203.1	21 645.8
	化 肥	16 443.4	15 221.7	14 221.5	22 017.2
	厩 肥	17 031.9	15 606.3	15 039.2	21 346.6
1991.3	无 肥	15 261.6	13 648.0	13 391.2	19 315.0
	化 肥	15 402.1	14 010.4	13 008.2	19 663.2
	厩 肥	15 110.6	13 741.0	13 122.6	20 183.4
1991.6	无 肥	15 122.7	14 457.6	14 663.6	22 355.7
	化 肥	15 319.7	14 289.8	14 805.5	21 187.6
	厩 肥	15 168.6	14 251.3	15 098.5	22 071.4

2.3 腐解物能态变化与肥力的关系

由图 1 可见,苜蓿样品腐解的第一阶段(前 7 个月),化肥处理小区腐解物的能态波动较大,而厩肥处理似乎可以缓减这种波动,无肥处理前 7 个月腐解物的能态比化肥及厩肥处理区的均高,方差分析表明差异极显著($F=71.22^{**}$, $F_{0.01(2,17)}=6.11$)。由图 2 知,随腐解的进程,木质素类物质含量增加,且无肥处理区腐解物的木质素类物质的含量高于相应时期其他两个处理区,说明无肥处理区苜蓿样腐解较快。这与微生物的“激发效应”有关。到腐解的第二、三阶段(第 8 个月以后)各处理腐解物的木质素含量及热值均趋于稳定,且 Q_c 值的大小也相接近,差异缩小。由此看来,腐解前期腐解物热值与土壤肥力呈负相关,腐解物的 Q_c 值可以初步反映土壤的肥力状况。

参 考 文 献

- 1 张一平,白锦麟,陈思根等. 植物残体腐解过程中的能态变化特征. 西北农业大学学报,1988,16(4):106~109
- 2 文启孝等编著. 土壤有机质研究法. 北京:农业出版社,1984,250~270
- 3 张一平,白锦麟,郑 安. 不同施肥条件下土壤胡敏酸能态的初步研究. 土壤学报,1985,22(1):104~107

- 4 白锦麟,张一平,赵高侠等. 陕西省几种土壤胡敏酸能态及热分解特性的研究. 土壤学报,1990,27(2):151~158
- 5 Gorham E, Sanger J. Caloric values of organic matter in woodland, seamp and lake soil. Ecology, 1967, (3): 492~494
- 6 Алиев, С. А. Метод изучения энергетики органического вещества. Почвоведение, 1972, (5): 147~150

The Energetic State of Decayed Substances in Decaying Process of Organic Residues (Alfalfa)

Chen Sigen Zhang Yiping Bei Jinlin Zai Songmei Yang Famin

(Soil Science and Agrochemistry Department, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The carborundum tubes filled with the ground alfalfa samples were buried into the long-term fixed position experimental plots with different fertilization treatments. The samples of decayed substances were taken out at regular intervals. And then, the different components of the samples were isolated with the combustion heat (Q_v) determined so as to probe into the changing behaviors of energetic state and to determine the effects of each component on total combustion heat of decayed substances. The results showed that the energetic changes of decayed substances in the decaying process of alfalfa samples might be divided into such three stages as the fluctuating and rolling stage (Months 1~7 after sample was buried)/the drastical reducing stage (Months 8 and 9 after sample was buried)/the stage tending to be stable (after the 9th month). The substances including cellulose, hemicellulose and lignin were the dominate factor affecting Q_v value. The negative correlation was found between the energetic state of the decayed substances in the earlier decaying stage and soil fertility.

Key words alfalfa, decayed substances, organic component isolation, energetic state, soil fertility