

不同植物残体腐殖化过程的能态特征研究*

白锦鳞

张一平 王渭玲

(西北农学院基础课部)

(西北农学院土壤农化系)

摘 要

用等容燃烧热(热值)表征植物残体腐解产物的能态,对大豆、玉米、油菜秸秆和小麦根茬腐解不同时期的腐解产物进行测定结果表明:

(一) 各植物残体腐解过程的能态在试验期间内都呈现出平缓变化和剧烈起伏变化两个阶段的共同动态变化规律。

(二) 各植物残体腐解产物能态水平高低的总趋势为大豆>玉米>油菜>小麦。

(三) 各植物残体腐解过程中,大豆秸秆有积能趋势,小麦根茬出现耗能趋势,玉米、油菜秸秆积能与耗能差异不明显。

(四) 植物残体腐解产物能态高低特征与产物的全氮量、木质素含量呈正相关。

关于腐殖化过程的能量变化现象,目前有不同看法。E. Gorham, J. D. Ovington 等人的研究^(1,2,3)指出,腐殖化过程与大量的能量损耗有关,因此从能量观点来看,腐殖化过程是放能过程。另一些学者(如С. А. Алиев^(4,5)等)认为,腐殖质的燃烧热要比原始植物样品高,因而腐殖化过程是吸能过程,并在腐殖化过程中形成具有高能位的物质。М. М. Кононова在评论这些学者的研究结果时进一步指出⁽¹⁾,从能量观点看,腐殖化过程具有两个阶段,第一阶段是原始植物物质的分解阶段——放能过程;第二阶段是腐殖物质的合成阶段——吸能过程。可见腐殖化过程的能量变化现象,并未充分揭示,有待进一步研究。本研究用等容燃烧热(热值)表征腐解产物的能态^(6,6),对不同植物残体,在腐解过程中不同时期的腐解产物进行测定,以探讨腐殖化过程中的能态动态变化规律和特征,并了解各植物残体在腐殖化过程中的能态变化差异。

一、试样及测试方法

(一) 试样:

选成熟的玉米秸秆,大豆秸秆,小麦根茬,油菜秸秆,洗净、烘干、粉碎,并通过

*①王渭玲现在武功县农科所工作。

②本刊编辑室收到此稿时间:1985年3月4日。

孔径1mm的筛孔作为供试样品。按水：试样 = 3：1的重量比例加水拌匀，每个供试样品分装入五个砂滤管中（每管约25克）。然后将砂滤管埋入同一耕地（西北农学院“土壤有机质研究试验地”空区），管顶距地面10cm，管间距25—30cm。1982年10月10日埋管，以后从1983年3月起，连续四个月每月10日左右取各植物残体砂滤管中的混合样品作为测试样品。剩余试样仍分装于五个砂滤管中再次埋入耕地。

（二）测试方法：

燃烧热用氧弹式量热计法测定⁽⁷⁾；浓H₂SO₄—H₂O₂消解、靛酚兰比色法⁽⁸⁾测定全氮；X·H·波钦诺克所述方法⁽⁹⁾测定木质素。

二、结果与讨论

（一）燃烧热测定结果

量热计法所测得试样的燃烧热是等容热效应（Q_v），它等于试样燃烧时内能的改变（ΔU），即Q_v = ΔU。因此燃烧热是表征试样的一种能态指标。不同植物残体腐殖化各时期的热值测定结果见表1。

表1 不同植物残体腐殖化各时期的热值 (卡/克)

热值 \ 试样	不同植物残体腐殖化各时期的热值 (卡/克)			
	大豆	玉米	油菜	小麦
腐化时期				
原始试样	3661.96	3771.14	3630.18	3717.24
腐殖化5月	3919.86	3853.29	3598.13	3512.50
腐殖化6月	4266.80	3964.32	3676.38	3761.67
腐殖化7月	3747.47	3571.97	3562.08	3375.54
腐殖化8月	4018.70	3771.50	3786.76	3752.62

用表1中燃烧热数据作图，可得植物残体在试验期间内腐殖化过程的能态动态特征曲线（见图1）。

从图1可以看出：

1. 不同植物残体腐殖化过程中都呈现先经过一个能态平缓变化阶段，随即进入剧烈起伏阶段的共同能态变化规律。在试验条件下，平缓变化阶段发生在1982年10月至1983年3月的前五个月腐殖化初期，此阶段大豆、玉米秸秆热值在平缓变化中有上升，而小麦根茬、油菜秸秆热值在平缓变化中有下降〔注〕。剧烈起伏阶段发生在腐殖化五个月以后的试验时期，此阶段能态均呈现显著上升、下降、再上升的交替变化趋势，即吸能与放

注：平缓变化阶段从对玉米秸秆腐殖化两年的试验知，能态也在轻微起伏中缓慢变化。

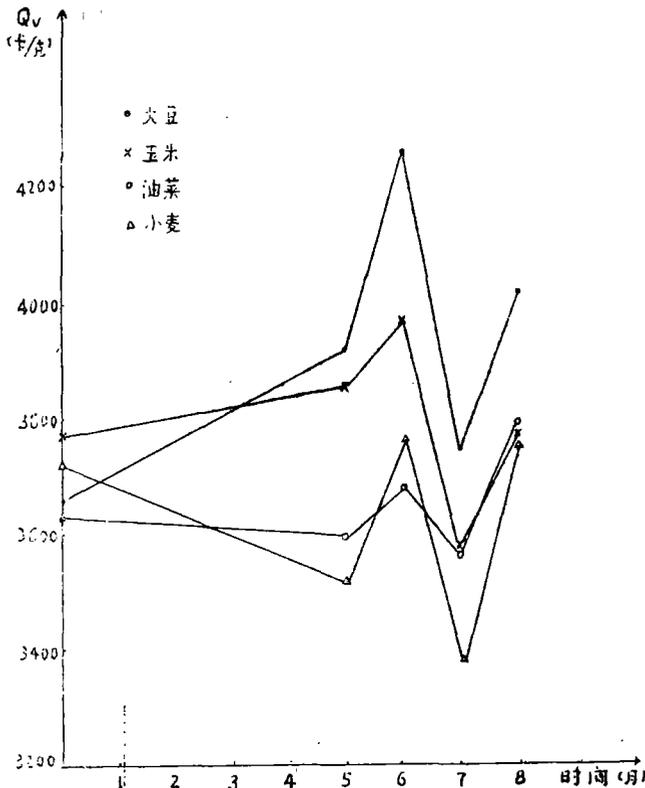


图1 植物残体腐殖化过程的能态动态特征曲线

能的交替过程。

从这个试验事实出发，植物残体腐殖化过程的能态变化不能简单地认为是放能过程或吸能过程；也不能截然分为先放能后吸能的两个阶段。根据我们对玉米秸秆腐殖化两年的试验表明，在能态平缓变化阶段、剧烈起伏阶段后，还有两个明显的能态变化阶段（略）。充分说明腐殖化过程的能态变化是相当复杂的。

2. 不同植物残体腐解产物具有不同的能态水平：

从不同腐解时期腐解物能态总的变化趋势看，大豆秸秆腐解物能态水平最高，小麦根茬能态水平最低，能态水平呈现大豆>玉米>油菜>小麦的趋势。方差分析表明，样品间差异极显著 ($F = 13.06^{**}$)。

用L.S.D法对各样品能态进行多重比较（表2）可见，大豆秆腐解物能态与小麦根茬、油菜秆腐解物能态比较差异极显著，与玉米秆腐解物能态比较差异显著，表明大豆秆腐解物能态与其余几种植物残体腐解物能态比较有明显差异，大豆秆腐解物确有较高能态。而玉米秆腐解物能态与小麦根茬腐解物能态比较，差异显著，表明玉米秆腐解物比小麦根茬腐解物具有较高能态。

3. 不同植物残体腐殖化过程中能量累积（积能）与损耗（耗能）各有差异（见表3）。

表2 不同样品能态的多重比较*(L.S.D法)

供试样品	\bar{X}	$\bar{X}-3600.58$	$\bar{X}-3655.84$	$\bar{X}-3790.27$
大豆秸秆	3988.71	387.62**	322.37**	197.94*
玉米秸秆	3790.27	189.69*	134.43	
油菜秸秆	3655.84	55.25		
小麦根茬	3600.58			

表3 不同植物残体腐解物积能与耗能比较

供试样品	原始能态	最高能态	最低能态	最高积能(%)	最高耗能(%)
大豆秸秆	3661.96	4266.80	3747.47	16.50	未出现损耗
玉米秸秆	3771.14	3964.32	3571.97	5.12	5.28
小麦根茬	3717.24	3761.67	3375.54	1.20	9.20
油菜秸秆	3630.18	3786.76	3562.08	4.31	1.90

表3、图1表明大豆秸秆很特殊,在整个腐殖化过程中,能态变化不高于腐解前原始样品,能态起伏总是在积能趋势下进行,最高能态时期,能量累积可达16.5%。小麦根茬有点相反,腐解物最高能态时期的能量累积远远小于最低能态时期的能量损耗,总的能态变化几乎在放能趋势下进行。油菜、玉米秸秆腐解过程中能态变化居于大豆、小麦二者之间,尤其玉米秸秆在腐解过程中能量累积与损耗大体接近。

(二) 植物残体腐殖化过程中腐解产物能态特征与化学组成的关系

为揭示植物残体腐殖化过程中腐解产物能态高低的相关因素,测定了各腐解产物的全氮量、木质素(见表4、图2)。

从材料看出,随着腐殖化的进行,试样全氮量、木质素含量均呈现上升趋势。这些化学组成的变化与燃烧热的关系,从它们间的相关系数($\gamma_{\text{全氮}}=0.4702^*$, $\gamma_{\text{木质素}}=0.5045^*$)可见,全氮量和木质素与燃烧热有显著水准的相关性。这可能与氮原子及木质素有较高的燃烧热系数有关(N—200卡/克原子,木质素—6000卡/克, C—90卡/克原子, H—43.4卡/克原子⁽¹¹⁾)。

材料还表明,大豆杆不同时期腐解物的含氮量、木质素均较高,这可能是导致其能态较高,且在试验期间总是呈现能量累积状态的重要因素。

综上所述,腐殖化过程的能态变化特征,客观地反映了腐殖化过程的化学组成变化,这就说明对腐殖化过程能态变化特征的研究,有可能增进对腐殖化过程更全面、更深刻的了解。

表4 各腐解物全氮量、木质素含量(%)

试样 腐殖化 时期	全氮量				木质素			
	大豆	玉米	小麦	油菜	大豆	玉米	小麦	油菜
原始试样	1.22	0.86	0.35	0.90	17.02	12.66	20.49	20.68
腐殖化2月	1.39	1.16	0.39	1.06	28.93	20.46	21.22	23.32
“ ” “ 5 ”	1.49	1.19	0.37	1.03				
“ ” “ 6 ”	1.72	1.29	0.39	1.30	30.69	25.70	21.64	24.01
“ ” “ 7 ”	2.04	1.36	0.69	1.51	31.84	23.29	20.34	25.39
“ ” “ 8 ”	2.02	1.78	0.48	1.50	31.00	25.06	22.02	27.65

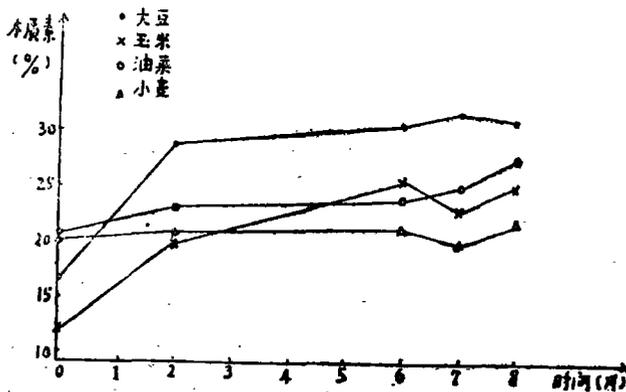
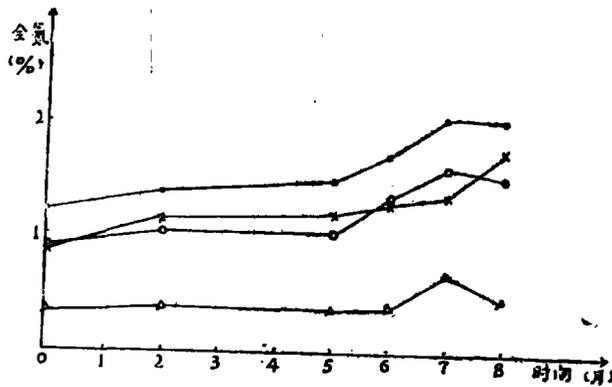


图2 各腐解试样全氮量、木质素变化动态曲线

三、小 结

(一) 不同植物残体腐解过程的能态(燃烧热)有共同的动态变化规律:在试验期间最初五个月内是能态平缓变化阶段,以后四个月期间为剧烈起伏阶段。

(二) 不同植物残体腐解产物具有不同的能态水平,其能态高低总的趋势为大豆>玉米>油菜>小麦。

(三) 不同植物残体腐殖化过程中,积能与耗能有差异。大豆秸秆在积能趋势下能态发生变化;小麦根茬则主要在耗能趋势下发生能态变化;玉米、油菜秸秆是在积能与耗能差异不大的范围内能态发生变化,尤其玉米秸秆更显著。

(四) 植物残体腐殖化过程中腐解产物能态特征与相应腐解产物的全氮量、木质素含量呈正相关。

参 考 文 献

- [1] Азядовец, Г., Некоторые энергитические явления в процессах гумификации. Почвоведение, 1979, №11, 68—75.
- [2] Gorham, E., and Sanger, J., Caloric values of organic matter in woodland, swamp and lake soil. Ecology, 1967, №3, 492—494.
- [3] Ovington, J.D., and Heitkamp, D., The accumulation of energy in forest plantations in Britain, J., Ecol., 1960, V.48, №3, 639—640.
- [4] Алиев, С.А., Методы определения бионергетических балансов органического вещества почв. Почвоведение, 1975, №4, 27—32.
- [5] 张一平、白锦麟等:“不同施肥条件土壤胡敏酸能态的初步研究”,《土壤学报》,1985, Vol.22, №1, 104—107.
- [6] Алиев, С.А., Метод изучения энергетики органического вещества почв. Почвоведение, 1972, №9.
- [7] 北京大学物理化学教研室:《物理化学实验》,北京大学出版社,1981.
- [8] 南京农学院:《土壤农化分析》,农业出版社,1980.
- [9] X.Н波钦诺克著,(荆家海等译):《植物生物化学分析方法》,科学出版社,1981.
- [10] Алиев, С.А., Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. Изд «ЭЛМ», 1978.

Research on the Changing Characteristics of Energetics of Decaying Process of Plant Residues

Bei Jinlin

Zhang Yiping Wang Weiling

(Basic Course Department,
Northwestern College of Agriculture)

(Soil Science Department, North-
western College of Agriculture)

Abstract

Constant volume combustion heat (heat value) was used as the index of energetics of the decaying substances to determine the decaying substances of the stalks of soybeans, maize, rapeseed and wheat roots in the decaying process, and results obtained from the experiment showed;

1. The energetics of the decaying process of each plant appeared to have the same laws of dynamic changes of two major periods of the slightly changing stage and the drastically rolling stage during the experiment.

2. The general tendency of energetic level of the decaying substances of each plant is soybean > maize > rapeseed > wheat.

3. In the decaying process of the decaying substances of each plant, soybean stalks may have the tendency of accumulation of energetics, while wheat roots and residues may have the tendency of consumption of energetics, but there is no obvious difference of energy accumulation and consumption for maize and rapeseed stalks.

4. The characteristics of energetics of decaying substances of plant residues appear to be positive correlation with total nitrogen and amount of ligin in decaying substances.