

土壤施用有机物料后重组有机质 变化规律的探讨

II. 对重组有机质中腐殖质组成和 胡敏酸光学性质的影响

奚 森 姜 岩

(沈阳农业大学) (吉林农业大学)

摘 要

本文进一步探讨土壤施用有机物料后重组有机质的变化规律。测定了重组有机质中各种结合形态腐殖质组成和胡敏酸的光学性质。试验结果表明: 土壤施用有机物料后, 各种结合形态腐殖质的 PQ¹⁾ 在第一年基本上下降, 第二年又回升。腐殖化度降低的幅度和持续时间, 与有机物料种类和用量及其分解的环境条件有关。施用有机物料还能使松、稳结合态胡敏酸的 $\Delta \log k$ 和 E_4/E_6 提高, RF 降低, 光密度曲线陡度加大。

以往研究腐殖质组成和胡敏酸光学性质, 多数是在非重液、未分组条件下进行的^[1,4-6], 一般地认为多年培肥或熟化度高的土壤, HA/FA 亦高。但还没有看到 HA/FA 与土壤肥力有明显的正相关性, 甚至有许多例外^[1]。关于重组有机质 (即有机无机复合体) 中腐殖质组成和胡敏酸光学性质在土壤有机培肥中的变化更是知之甚少^[1]。尤其是重组有机质中, 对于施用有机物料后胡敏酸光学性质的研究至今还基本未见报道。我们在研究土壤施用有机物料后重组有机质变化规律的工作中, 曾对有机无机复合及腐殖质结合形态作了一些分析和讨论^[2]。本文再就重组有机质中各种结合形态的腐殖质组成和胡敏酸光学性质加以探讨。

一、材料和方法

试验处理和所用土壤样品同前文^[2]。胡敏酸的 PQ、 $\Delta \log k$ 和 RF 按 Kumada^[10,14] 法测定, 光密度曲线和可见-紫外光谱按 Sugahara 法^[14] 测定; 红外光谱用 KBr 压片法^[13] 测定。其他分析方法同前文^[2]。

1) PQ 为腐殖质中胡敏酸的比例。后同。

二、结果与讨论

(一) 对腐殖质组成的影响

过去多用 HA/FA 来表征腐殖质组成,但有时由于 FA 的误差较大(差减法计算),数值又较小,使得 HA/FA 变幅较大。为了克服这一点,我们选用了 PQ 作为腐殖化度的指标,来表征腐殖质组成的变化。由表 1 可见,土壤施用有机物料后松结合态腐殖质中胡敏酸含量(占重组有机碳的%)在第 1 年下降,富里酸含量提高, PQ 减小。效果最明显的是玉米秸秆,甜菜糖渣和豆秸,其次是马粪和泥炭,酒糟下降的较少,锯木屑没有降低。玉米秸秆用量 $<3\%$ 时,随用量的增加 PQ 下降, $>3\%$ 时随用量增加而略有上升,但仍低于对照。在轻度盐化草甸土上, PQ 不但没有下降,还有所升高(表 1)。第 2 年除个别处理外,松结合态胡敏酸均有所升高,而富里酸含量下降, PQ 升高。

稳结合态腐殖质中第 1 年也是胡敏酸减少,富里酸有增加的趋势,而 PQ 则下降(表 1)。同样,第 2 年除个别处理外, PQ 有上升的趋势,随玉米秸秆用量的增加,稳结合态腐殖质的 PQ 有所下降。

田间试验结果与盆栽试验所得的规律基本一致,也是第 1 年 PQ 下降。但第 2 年 PQ 回升的速度不如盆栽的大,除豆秸外,其它处理仍低于对照(见表 1)。

培养试验表明,松结合态腐殖质的 PQ 培养时间以 40 天为转折点,先降低而后升高;而稳结合态腐殖质的 PQ 基本上是随培养时间的延长而降低(图 1)。

施用有机物料第 1 年黑钙土松结合态和稳结合腐殖质 PQ 下降的原因,可能是施用有机物料后大量的易分解性有机物质有利于富里酸的形成而使 PQ 出现暂时的下降。据 Visser^[15] 报道,迅速分解的植物残体中富里酸的积累浓度可能是胡敏酸的 6.5 倍;堀田^[9] 也报道施用堆肥可提高富里酸的含量;另外 Kauricher^[7] 在普通黑钙土的田间试验表明,植物残体分解的头 21 个月内,主要积累富里酸。因此尽管人们目前还不能阐明胡敏酸和富里酸形成的顺序,但可以推测在植物残体迅速分解时可能是富里酸形成的速度大于胡敏酸形成的速度。

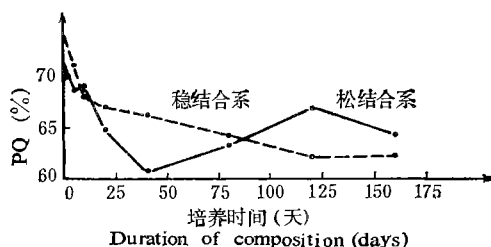


图 1 腐解时间对 PQ 的影响

Fig. 1 Effect of duration of decomposition on PQ of various combined humus in heavy fraction

PQ 下降的幅度和持续时间,主要受有机物料种类、用量和植物残体分解时的环境条件(包括土壤类型)的影响。木质素含量高分解缓慢的有机物料对腐殖化度(PQ)的降低作用较小,本试验中的泥炭、锯木屑和马粪就是如此。这一是由于有机物料分解慢时富里

表 1 施用有机物料对土壤重组有机质中腐殖质组成的影响
Table 1 Effect of application of organic materials on humus composition in heavy fraction

土壤 Soil	处 理 Treatment	疏松结合态(%) Loosely combined (%)						稳结合态(%) Stably combined (%)					
		HA		FA		PQ		HA		FA		PQ	
		1983年	1984年	1983年	1984年	1983年	1984年	1983年	1984年	1983年	1984年	1983年	1984年
黑钙土 (盆栽)	对 照	31.81	24.33	10.37	7.92	75.42	75.66	16.05	15.45	5.26	4.02	75.30	76.57
	泥 炭	29.94	24.38	13.70	7.40	68.61	76.71	14.97	14.20	6.64	4.77	69.28	74.81
	马 粪	28.75	24.02	13.90	5.41	67.41	81.62	12.98	15.00	5.45	5.22	70.43	73.09
	豆 秸	28.63	20.78	15.93	10.12	64.25	67.24	16.11	13.70	5.04	7.67	76.16	64.10
	锯 屑	31.07	25.59	9.72	6.86	76.17	78.86	13.28	18.89	6.89	5.57	65.86	77.21
	酒 糟	28.60	21.43	10.30	7.93	73.51	73.00	11.54	13.88	6.57	5.26	63.72	72.52
轻盐化 草甸土	甜 菜 渣	30.11	26.53	17.09	13.93	63.79	65.57	15.31	13.23	1.47	0.92	91.21	93.51
	玉米秸秆(3%)	25.24	21.42	21.30	12.13	54.23	63.86	12.49	15.48	6.01	4.07	67.52	79.19
	对 照	20.00	21.64	15.66	16.84	56.08	56.61	18.84	19.99	3.23	—	85.36	—
	泥 炭	23.25	22.58	13.81	13.12	62.73	63.25	22.36	18.44	—	—	—	—
	马 粪	22.65	20.59	16.71	15.48	57.55	57.08	16.01	22.59	—	—	—	—
	豆 秸	20.36	19.60	15.68	13.23	56.50	59.70	19.52	19.60	—	—	—	—
黑钙土 (田间)	玉米秸秆	23.41	21.07	16.46	14.13	58.72	59.86	19.77	27.63	1.15	—	94.82	—
	对 照	27.33	20.96	17.61	17.16	60.82	54.85	11.14	18.44	3.56	4.51	75.80	80.33
	泥 炭	30.19	15.67	24.47	16.15	57.32	53.61	9.23	15.48	7.87	5.34	53.97	74.04
	马 粪	21.25	20.07	27.07	18.54	43.86	51.99	8.37	15.13	6.32	9.83	57.00	72.94
	豆 秸	22.27	21.76	24.37	16.75	47.75	56.51	10.73	15.90	3.99	3.74	72.88	82.67
	玉米秸秆	26.04	21.95	20.98	17.79	55.38	54.97	10.26	17.03	4.65	4.65	68.80	67.97

酸相对积累的速度亦小;二是可能在提取分离时,木质素混杂在胡敏酸中的结果,相反,木质素含量低、易分解的玉米秸秆和豆秸对腐殖化度的降低作用较大,至翌年其 PQ 仍低于对照。在一定范围内,有机物料用量越大, PQ 下降的越多,持续的时间也长。如玉米秸秆用量 $\leq 1\%$ 时,当年下降的幅度较小,且第 2 年就可恢复到或超过原土的水平;但 $> 1\%$ 时,当年下降的幅度大,且第 2 年仍低于对照。不同土壤类型的反应也不同,如粉壤质黑钙土施用有机物料当年 PQ 是降低的,而粘壤质轻度盐化草甸土则在当年就有所提高,这种情况已有一些报道^[1,8]。环境条件不同效果也不一样,在微生物有效温度内,温度高、水分和养分充足,有利于腐殖化作用的进行, PQ 易于回升。如在用草木樨所做的培养试验中,40 天前松结合态腐殖质的 PQ 下降,40 天以后则呈相反的现象。但在田间情况下则回升很慢,直到第 2 年仍未达到原土的水平。

综上所述,施用有机物料确实能使土壤腐殖质的腐殖化度出现一定时间的下降,而且随着腐殖化作用的进行腐殖化度又会恢复和超过原有的腐殖化水平。因此每年向土壤中加入少量未腐解的有机物料不致于使土壤腐殖质的腐殖化度持续降低,这也解释了为什么多年培肥和肥力较高的土壤,腐殖化度保持较高的现象。但也应注意到在腐殖化度过高的情况下,由于腐殖质的老化可能使肥力降低。关于腐殖化度和土壤肥力的关系,施用有机物料后在各种条件下腐殖化度的变化,还有待于进一步研究。

(二) 对胡敏酸光学性质的影响

1. 对胡敏酸色调系数和相对色度的影响 Kumada^[20] 曾根据胡敏酸的色调系数 ($\Delta \log k$ 是胡敏酸溶液在波长 $400\text{m}\mu$ 和 $600\text{m}\mu$ 处消光系数对数值之差) 和相对色度 (RF, 即胡敏酸溶液在波长 $600\text{m}\mu$ 处的消光系数除以 30ml 该溶液所消耗的 $0.1N \text{ KMO}_4$ 的 ml 数) 将土壤胡敏酸分为 A, B, P 和 R_p 四个主要类型,并对许多土类进行了大量的研究,但却很少与土壤肥力或培肥联系起来。本文意于尝试 $\Delta \log k$ 和 RF 作为土壤培肥指标的可能性。由表 2 可以看出,盆栽黑钙土施用有机物料后第 1 年松结合态胡敏酸的 $\Delta \log k$ 提高, RF 下降。二者呈极显著负相关 ($r = -0.927^{**}$, $n^{(1)} = 18$)。 E_4/E_6 比也提高,但不如 $\Delta \log k$ 有规律。稳结合态胡敏酸的变幅不如松结合态胡敏酸大,但也是 $\Delta \log k$ 、 E_4/E_6 升高, RF 降低 ($\Delta \log k$ 和 RF 的相关系数为 -0.554^* , $n = 18$)。第 2 年 $\Delta \log k$ 、 E_4/E_6 有下降的趋势,而 RF 有所上升。

由表 2 还可看出,不同种类有机物料的效果是不相同的。泥炭的作用最大,除第 2 年松结合态胡敏酸外,均是 $\Delta \log k$ 上升, RF 下降,而且幅度较大。其次是锯木屑和玉米秸秆,而豆秸和马粪的效果较差。酒糟和甜菜糖渣对松结合态胡敏酸的作用较为特殊,第 1 年反而使 E_4/E_6 下降, $\Delta \log k$ 和 RF 之间也不呈相反的变化。

从不同用量玉米秸秆看,随用量的增加,松结合态和稳结合态胡敏酸都是 $\Delta \log k$ 和 E_4/E_6 升高, RF 降低。只是松结合态胡敏酸反应更为敏感, $\Delta \log k$ 比 E_4/E_6 更有规律,这三项指标的反应灵敏性是: $RF > \Delta \log k > E_4/E_6$ 。第 2 年 E_4/E_6 出现不规律的变化,但 $\Delta \log k$ 和 RF 的变化较为规律,大体上是松结合态以 5% 、稳结合态以 3% 为转折, $\Delta \log k$ 先下降而后上升, RF 则先上升而后下降。

1) 包括表 2 中 8 个处理,不同用量玉米秸秆 5 个处理和草甸土 5 个处理。

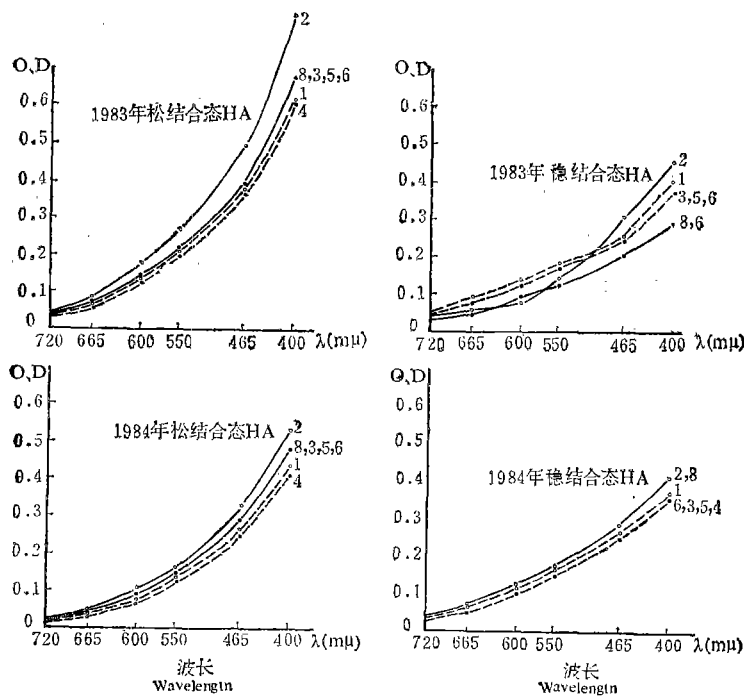
表 2 施用有机物料对黑钙土重组有机质中胡敏酸光学性质的影响
Table 2 Effects of application of organic materials on the optical properties of HA in heavy fraction

土壤 Soil	处 理 Treatment	疏松态胡敏酸 Loosely combined HA						稳结合态胡敏酸 Stably combined HA					
		E_4/E_6		$\Delta \log k$		RF		E_4/E_6		$\Delta \log k$		RF	
		1983年	1984年	1983年	1984年	1983年	1984年	1983年	1984年	1983年	1984年	1983年	1984年
黑钙土 (盆栽)	对照	5.99	7.37	0.648	0.727	51.98	35.60	3.27	4.87	0.464	0.502	84.45	74.30
	泥炭	5.92	7.71	0.685	0.715	43.06	40.49	4.17	4.60	0.509	0.521	69.94	65.86
	粪肥	5.93	7.03	0.646	0.692	48.76	38.80	3.92	4.74	0.473	0.517	79.21	72.83
	豆秸	6.02	8.71	0.650	0.715	48.17	38.05	4.14	4.46	0.485	0.500	76.49	74.33
	锯木屑	5.99	7.92	0.667	0.789	45.49	30.23	5.65	4.41	0.490	0.509	70.41	70.30
	酒糟	5.74	7.30	0.639	0.700	51.97	33.21	4.37	4.79	0.479	0.506	58.12	69.26
	甜菜渣	4.16	4.13	0.652	0.679	26.42	28.49	5.13	4.22	0.493	0.486	82.72	86.31
	玉米秸秆(3%)	5.87	6.95	0.662	0.665	42.48	41.09	4.09	3.61	0.476	0.491	62.95	79.84
轻度盐化 草甸土	对照	4.23	4.37	0.677	0.691	61.94	52.52	5.14	5.37	0.517	0.524	80.57	70.43
	泥炭	4.99	4.67	0.741	0.734	38.91	38.91	6.97	4.99	0.559	0.549	57.57	61.25
	粪肥	4.47	4.61	0.708	0.737	39.99	39.31	5.30	4.87	0.530	0.524	74.51	90.25
	豆秸	4.22	4.49	0.707	0.720	47.64	39.33	4.96	4.82	0.515	0.521	73.72	88.99
	玉米秸秆	4.45	4.49	0.711	0.729	44.46	35.85	5.15	5.12	0.530	0.537	74.87	78.78
黑钙土 (田间)	对照	5.68	7.10	0.638	0.645	54.46	50.48	3.97	4.22	0.472	0.479	104.73	82.53
	泥炭	5.64	6.61	0.657	0.654	49.08	48.14	4.18	4.39	0.477	0.497	102.30	78.77
	粪肥	5.54	6.95	0.647	0.648	53.91	49.68	3.99	4.18	0.478	0.476	144.95	81.47
	豆秸	5.58	6.77	0.649	0.645	56.69	49.83	4.10	4.28	0.469	0.481	89.33	79.97
	玉米秸秆	5.61	6.57	0.647	0.652	50.67	48.93	4.10	4.55	0.470	0.484	108.89	79.14

轻度盐化草甸土施用有机物料后 $\Delta \log k$ 和 RF 的变化规律与黑钙土基本一致, 但松结合态胡敏酸 $\Delta \log k$ 和 RF 的变幅比黑钙土大 (表 2)。在田间试验中同样也是 $\Delta \log k$ 上升, RF 下降, 只是变幅较小。这种效应仍然是第 1 年比第 2 年明显。

据熊田的研究^[4], 尽管 RF 和 $\Delta \log k$ (两者近于反比例) 都可作为腐殖化度的指标, 但由于 $\Delta \log k$ 受非腐殖质的影响较小, 因此用 $\Delta \log k$ 作指标比 RF 更为合适。但我们测定的是重组有机质中的胡敏酸, 它能较好地排除非腐殖物质的干扰, 加之在土壤有机培肥过程中能为高锰酸钾所氧化的比例增加, 因此 RF 比 $\Delta \log k$ 还要敏感。所以我们认为用 RF 作为腐殖化度和土壤培肥的指标是可行的。 $\Delta \log k$ 升高, RF 降低是胡敏酸缩合度下降的表现^[4]。这与 PQ 的降低以及前文^[2]中松/紧、松/稳的提高是吻合的; 与堀田^[5]等人的研究结果以及一般认为新形成的胡敏酸具有较低的缩合度和较小的分子量^{[3], [4]}也是相吻合的。更重要的是从我们所作的紫外和红外光谱中也可得到证实。

2. 对胡敏酸光密度曲线的影响 在不调含碳量的情况下 (含 C 0.021—0.073 克/升), 可见区光密度曲线的变化见图 2。施用有机物料后黑钙土松结合态胡敏酸的光密度曲线除豆秸外均高于对照, 曲线陡度也较大。这一方面说明施用有机物料后使胡敏酸碳



1. CK; 2. 泥炭; 3. 马粪; 4. 豆秸; 5. 锯木屑; 6. 酒糟; 8. 玉米秆 (3%)。

图 2 施用有机物料对黑钙土 (盆栽) 胡敏酸光学性质的影响

Fig. 2. Effect of application of organic materials on optical density of HA in chernozem (pot experi.)

1) 陆长青等, 1980: 胡敏酸的光学性质与其分子大小的关系。土壤有机质研究, 南京土壤研究所生化室编。

量增加;另一方面也说明胡敏酸的分子复杂程度降低,缩合度减小。第2年与第1年的规律相似,但比第1年光密度减小,陡度降低,说明随着腐殖化作用的进行,胡敏酸的含碳量减小,分子复杂程度又提高了。稳结合态胡敏酸除泥炭外变化不明显,只是比松结合态胡敏酸光密度低,陡度小,说明其分子结构比较复杂。第2年两者的差异减少。草甸土与黑钙土基本一致。

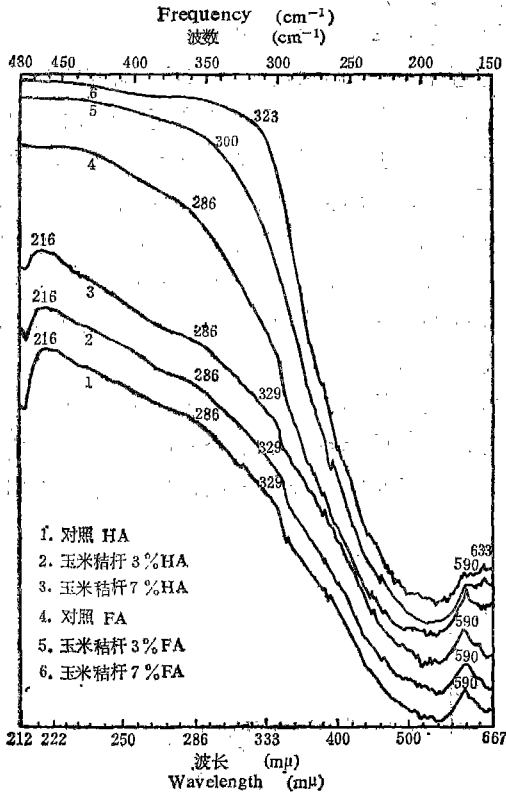


图3 玉米秸秆加入量对黑钙土(盆栽)胡敏酸和富里酸可见一紫外光谱的影响

Fig. 3 Effect of application of corn stalk on visible-UV spectra of HA and FA in chernozem (pot experi.)

一个,说明其分子缩合度较低。随有机物料用量的增大,类肩吸收明显,并发生红移,由对照的286mμ移到玉米秸秆(3%)的300mμ和7%的323mμ。这可能是由于助色基团(如C—OH, C—NH₂等)的增加所致。另外633mμ比对照吸收增强,590mμ吸收减弱并也有红移的趋势,曲线陡度明显加大,说明其分子复杂程度较小。

4. 对胡敏酸红外光谱的影响 施用有机物料对红外光谱的影响见图4。由图可见,一方面各胡敏酸的红外光谱基本相似,都在3400(O—H伸展和氢键缔合)、2900—2920(脂族C—H伸展)、1720(羧基C=O伸展)、1600(芳香共轭C=C)、1450(脂族CH₂变形振动)、1400—1420(甲基、亚甲基C—H变形)、1200(羧基C—O和O—H变形、芳基脂C—O伸展)、1040(伯醇C—O伸展^[14])和850—860cm⁻¹(可能为对位取代苯环C—H^[9])处出现吸收峰,这说明胡敏酸结构具有一致性^[12,13]。另一方面,我们发现不同处理之间在某些特征吸收的强度上又是有差异的,这说明施用有机物料可引起胡敏酸某些官能团含量的变化。例如图中在1720、1600、1200、1040和850—860cm⁻¹的吸收强度基本上是对照>泥炭>马粪>玉米秸秆(1%)>玉米秸秆(5%),说明施用有

3. 对胡敏酸紫外光谱的影响 不分组的胡敏酸和富里酸的可见紫外光谱见图3。由图可见,胡敏酸和富里酸在212—667mμ内随波长增加(波数减少)吸收值降低。施用有机物料后胡敏酸在216mμ的吸收峰减弱,286mμ和329mμ两个类肩吸收略有增强。说明芳香化合物中的C=C和C=O等色团减少,苯基脂族取代增多,木质素特征增强^[9]。另外,可见光区曲线陡度增加以及590mμ吸收略有增强,说明胡敏酸腐殖化程度减小,分子复杂程度降低。以上这些作用均随玉米秸秆用量的增加而增加。富里酸与胡敏酸相比变得更无特征吸收,216mμ吸收峰消失,590mμ吸收减弱,286和329mμ两个类肩合并成一个,说明其分子缩合度较低。随有机物料用量的增大,类肩吸收明显,并发生红移,由对照的286mμ移到玉米秸秆(3%)的300mμ和7%的323mμ。这可能是由于助色基团(如C—OH, C—NH₂等)的增加所致。另外633mμ比对照吸收增强,590mμ吸收减弱并也有红移的趋势,曲线陡度明显加大,说明其分子复杂程度较小。

3. 对胡敏酸紫外光谱的影响 不分组的胡敏酸和富里酸的可见紫外光谱见图3。由图可见,胡敏酸和富里酸在212—667mμ内随波长增加(波数减少)吸收值降低。施用有机物料后胡敏酸在216mμ的吸收峰减弱,286mμ和329mμ两个类肩吸收略有增强。说明芳香化合物中的C=C和C=O等色团减少,苯基脂族取代增多,木质素特征增强^[9]。另外,可见光区曲线陡度增加以及590mμ吸收略有增强,说明胡敏酸腐殖化程度减小,分子复杂程度降低。以上这些作用均随玉米秸秆用量的增加而增加。富里酸与胡敏酸相比变得更无特征吸收,216mμ吸收峰消失,590mμ吸收减弱,286和329mμ两个类肩合并成一个,说明其分子缩合度较低。随有机物料用量的增大,类肩吸收明显,并发生红移,由对照的286mμ移到玉米秸秆(3%)的300mμ和7%的323mμ。这可能是由于助色基团(如C—OH, C—NH₂等)的增加所致。另外633mμ比对照吸收增强,590mμ吸收减弱并也有红移的趋势,曲线陡度明显加大,说明其分子复杂程度较小。

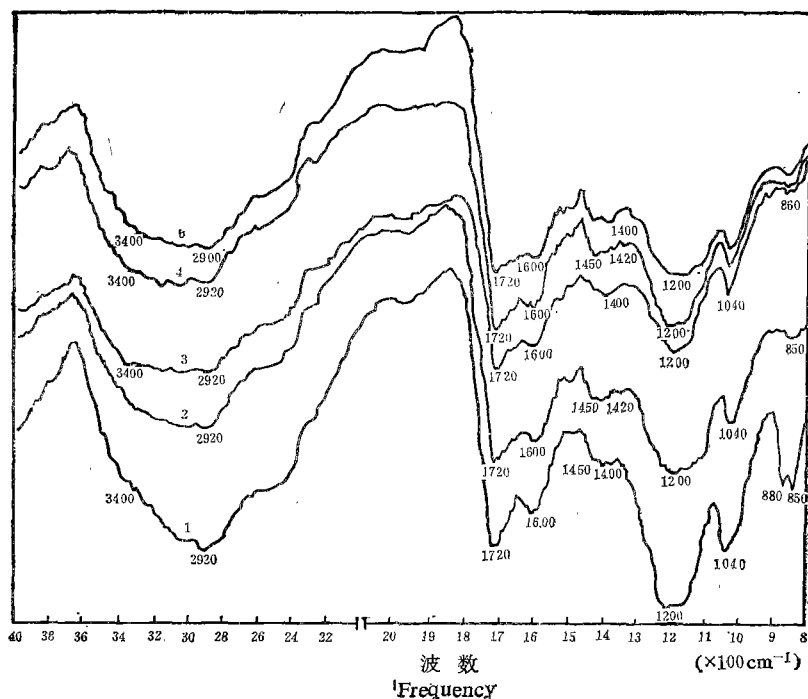


图4 施用有机物料对黑钙土(盆栽)胡敏酸红外光谱的影响

Fig. 4 Effect of application of organic materials on IR spectra of HA in chernozem (pot experi.)

机物料后羧基和芳香碳的百分含量降低,胡敏酸缩合度下降。没有发现 2900cm^{-1} 吸收增强,但 1450 和 $1400-1420\text{cm}^{-1}$ 的吸收强度除马粪外均有所增强,这说明脂族 CH 含量增加,胡敏酸的芳构化程度下降。另外在指纹区还有一个值得注意的变化,即 880cm^{-1} 明显减弱,这可能是由于大分子部分吉马图眉郎酸比例减少所致^[11]。联系到前面胡敏酸 $\Delta \log k$ 提高、RF 降低、光密度曲线陡度加大以及 $285\text{m}\mu$ 类肩吸收增强等结果,都说明向土壤中施未腐解的有机物料会使胡敏酸的缩合度和分子复杂程度降低,从而增加了腐殖质的活性。

三、小 结

1. 土壤施用有机物料后可降低重组有机质中松、稳结合态腐殖质的腐殖化度和胡敏酸的缩合度,这种作用主要表现在第一年。松结合态比稳结合态腐殖质和胡敏酸对有机培肥的反应更为敏感。PQ、 $\Delta \log k$ 和 RF 有可能成为土壤有机培肥的指标。

2. 对重组有机质中腐殖质组成和胡敏酸光学性质的测定结果进一步说明了每年向土壤中施用一定数量的未腐解的有机物料,会降低腐殖质的腐殖化度和胡敏酸的综合度,从而更新与活化土壤中的腐殖物质,改善肥力状况。这可能是一项经济有效的培肥措施。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院林业土壤研究所, 1984: 土壤肥料研究文集, 辽宁科学技术出版社。
- [2] 姜岩, 窦森, 1987: 土壤施用有机物料后重组有机质变化规律的探讨 I. 对有机无机复合及腐殖质结合形态的影响。土壤学报, 第 24 卷 2 期, 97—104 页。
- [3] 袁可能等, 1981: 土壤有机矿质复合体的研究 II. 土壤各级团聚体中有机矿质复合体的组成及其氧化稳定性。土壤学报, 第 18 卷 4 期, 335—343 页。
- [4] 熊田恭一(李庆棠等译, 1984), 1981: 土壤有机质的化学。科学出版社。
- [5] 堀田三郎, 1982: 各种土壤のサツカラー活性と土壤有機物の量および質との関係。ペドロジスト, 26(1): 2—13 页。
- [6] Alexandrova, I. V., 1972: Humification of plant residue and the nature of new-formed humic acids. Pochvovedenie, No. 7, 37—45.
- [7] Kaurichev, I. S., 1973: Humification processes in ordinary chernozem of Kokhettar region. Izv. Timiryazev. Sel's Kokch No. 4, 87—97.
- [8] Kobo, K. et al., 1964: Nature of sodium-fluoride-soluble soil organic matter. 2: Effect of continued application of manure compost on the quality of soil humus. J. Sci. Soil (Tokyo), 35: 53—56.
- [9] Kononova, M. M. et al., 1973: Formation of humic acids during plant residue humification and their nature. Geoderma, 9: 157—164.
- [10] Kumada, K. et al., 1967: Humus composition of mantain soil in central Japan with special reference to the distribution of P type humic acid. Soil Sci. Plant Nutr., 13(5): 151—158.
- [11] Mortensen, J. et al., 1965: Infrared spectroscopy. In: C. A. Black (Ed.), Methods of soil analysis, Am. Soc. Agron., Madison Wisc., 743—770.
- [12] Schnitzer, M., 1977: Recent findings on the characterization of humus substances extracted from soil from widely differing climatic zones. Symp. Org. Matter Stud., 11, 117—130.
- [13] Stevenson, F. J., 1982: Humus Chemistry-Genesis, Composition, Reaction, New York.
- [14] Sugahara, K. et al., 1981: Composition analysis of humus and characterization of humic acids obtained from city refuse compost. Soil Sci. Plant Nutr., 27(2): 213—224.
- [15] Viser, S. A., 1962: Production of humic substances in decomposing peat and compost sample. Nature (Lond.), 196: 1211—1212.

EFFECT OF APPLICATION OF ORGANIC MATERIALS ON THE PROPERTIES OF HUMIC SUBSTANCES IN ORGANO-MINERAL COMPLEXES OF SOILS

II. EFFECT OF ORGANIC MATERIALS ON THE HUMUS COMPOSITION AND OPTICAL CHARACTERISTICS OF HUMIC ACIDS IN ORGANO-MINERAL COMPLEXES

Dou Sen

(Shenyang Agricultural University)

Jiang Yan

(Jilin Agricultural University)

Summary

This paper deals with the effect of application of organic materials on improving soil fertility. Experiments showed that PQ of various kinds of combined humus, in general, dropped in first year and rised back next year after organic materials were applied. The extent and time-keeping for the decrease of humification degree depended on the sorts and amounts of organic materials applied as well as the environment conditions under which the organic materials decomposed. The $\Delta \log k$ and E_4/E_6 of various kinds of humic acids increased, while their RF values decreased by application of organic materials. Loosely combined HA varied in a wider range than stably combined HA. The optical density curves in treatments of organic materials were not only higher but also steeper than those in the check.