

施用秸秆对土壤有机碳组成和结构稳定性的影响*

李小刚 崔志军 王玲英

(甘肃农业大学资源环境系, 兰州 730070)

摘要 在室内条件下培养 6 个月时随秸秆添加量的增加, 土壤中总有机碳(TOC)、焦磷酸钠提取有机碳(SPPC)、水解碳水化合物(HDC)、热水提取碳水化合物(HWC)的含量和水稳性团聚体含量极显著增加, 粘粒分散率除一个盐土土样外其余 3 个土样显著降低。虽然玉米秆和小麦秆分别对 TOC、SPPC、水稳性团聚体和粘粒分散性的影响之间没有显著差异, 但是有小麦秆处理比玉米秆处理 HDC 和 HWC 含量高的趋势。TOC、SPPC、HDC 和 HWC 分别与水稳性团聚体显著正相关, 与粘粒分散率显著负相关, 但总体而言, HWC 与团聚体的稳定性更相关, HDC 和粘粒的分散性更相关。

关键词 秸秆, 土壤有机碳组成, 结构稳定性

中图分类号 S152.4

一般认为团聚体的形成及其稳定性主要取决于有机质、粘粒、氧化物等胶结物质的含量及性质。在所有这些胶结物质中有机质最受人们关注, 近年来有许多研究工作证实不同的有机质组分其胶结作用是不同的。Tisdall 和 Oades 等^[1~3]将土壤中的有机质分为: (1) 以多糖为主要成分的寿命短暂的化合物; (2) 临时性的根系和真菌菌丝; (3) 与多价金属阳离子结合的芳香族化合物。并且认为大团聚体是由寿命比较短暂的根系及菌丝将微团聚体胶结起来形成, 而微团聚体则是由一些更为稳定的有机质组分所决定。Elliott 等^[4]、Cupta 等^[5]、Cambardella 等^[6]报道大团聚体比微团聚体含有更多的 C 和 N, 其所含的有机质更不稳定, 更富于生物体物质和特殊有机质。Baldock 等^[7]认为团聚体的稳定性可能更强烈地受有机 C 中的某些组分的影响, 因而使得在预报结构稳定性上总碳不如特殊来源的有机碳敏感。Puget 等^[8]用同位素示踪法研究了粉质土壤团聚体中有机质和年轻有机质的分布, 发现水稳性大团聚体比干筛大团聚体或微团聚体含有更多的有机 C, 随团聚体粒径的增加有机 C 增加, 水稳性团聚体中有机 C 的增加是由于年轻有机质分布的增加所致, 因而认为年轻有机质决定着大团聚体的稳定性。Wright 等^[9]报道团聚体的稳定性与由 AM 真菌来源的一种糖原蛋白显著正相关, 并且可以用来预报团聚体的稳定性。Haynes 等^[10, 11]、Gijssman 等^[12]、Gang Lu 等^[13]报道土壤中热水溶性碳水化合物含量与团聚体

* 甘肃省科委科技攻关项目(批准号: GK971-2-28A)和甘肃省自然科学基金项目(编号: ZS001-A21-031-11)的部分内容

收稿日期: 2000-09-19; 收到修改稿日期: 2001-11-10

稳定性更相关,而土壤中总有机 C、水解碳水化合物或焦磷酸钠提取物与团聚体稳定性相关性低或不相关,显示热水溶性碳水化合物组分决定着团聚体的稳定性。虽然这些研究结果中,决定团聚体稳定性的化合物其来源、组成可能不同,但是都说明一个问题,即并不是全部有机质都影响着土壤团聚体稳定性,而主要是其中的一种或几种组分。

秸秆还田是我国目前普遍推广的土壤培肥措施,国内许多学者就秸秆在土壤中的腐解特征^[14~17]、秸秆对土壤重组有机质^[18]、生物量碳^[19]、腐殖酸的结构特征^[20]以及土壤物理性质的影响^[21~23]作了研究,但是缺乏对秸秆分解过程中多糖类化合物以及其与(大)团聚体稳定性之间关系的研究,未从机理上就施用秸秆对土壤结构性能的影响进行说明,而且这些研究是针对热带亚热带或湿润地区的土壤,还未见有针对干旱地区土壤的研究。本研究的目的是在培养条件下研究施用作物秸秆对土壤有机碳组分和土壤团聚的影响,并且探讨施用作物秸秆改善土壤团聚性能的机理。

1 材料和方法

1.1 供试土样和秸秆

供试的 4 个土样采自甘肃省景泰县,全为表层(0~15 cm)土样。土壤类型为灰钙土。其中 27 号土样为盐土,其余的 3 个土样为非盐化土,但也含有少量的易溶性盐。土样风干后过 1mm 筛备用,其主要性质见表 1。

表 1 供试土样的主要性质
Table 1 Some properties of soils tested

土样	< 0.002m 颗粒	有机 C	全 N	C/N	热水溶性碳 水化合物 ¹⁾	水解碳水 化合物 ¹⁾	水溶 性盐	pH ²⁾
Soil	Particle < 0.002mm (%)	Organic C (g kg ⁻¹)	Total N (g kg ⁻¹)		Hot water extractable carbohydrate (glucose g kg ⁻¹)	Hydrolysable carbohydrate (glucose g kg ⁻¹)	Soluble salts (g kg ⁻¹)	(H ₂ O)
27	9.6	5.5	0.34	16.0	0.07	0.81	20.78	8.10
62	8.1	7.1	0.74	9.6	0.26	1.65	1.51	8.50
64	6.7	10.1	0.75	13.5	0.23	2.00	1.54	8.38
65	12.6	11.6	1.01	11.5	0.18	2.20	0.77	8.48

1) 测定方法见 1.3 节,单位为葡萄糖 g kg⁻¹; 2) 水土比 1:1

供试的玉米秸秆和小麦秸秆(粉碎过 1mm 筛)的全 C 含量分别为 451g kg⁻¹和 483g kg⁻¹;全 N 分别为 7.67g kg⁻¹和 5.21g kg⁻¹;C/N 分别为 58.8 和 92.7。热水溶性碳水化合物葡萄糖分别为 27.3g kg⁻¹和 12.3g kg⁻¹,水解碳水化合物葡萄糖的含量分别为 84.0g kg⁻¹和 71.1g kg⁻¹(测定方法与土样相同,但称样量减少,方法见 1.3 节)。实验前用 NH₄NO₃(配成溶液)对秸秆的 C/N 做了调整,调整后玉米秆和小麦秆的 C/N 分别为 35.7 和 47.5。

1.2 实验设计和实验方法

每一个土样的实验设计和方法完全相同。共 5 个处理:对照(CK);玉米秆添加量 3%(C-3);玉米秆添加量 6%(C-6);小麦秆添加量 3%(W-3);小麦秆添加量 6%(W-6)。取 1mm 风干土样 500g 按设

计用量与秸秆混匀,在同样容重下装入一个塑料盆钵中,在实验过程中按最大持水量的 75%~80% 浇灌自来水,室内室温下培养。培养结束后将盆钵内土样全部取出,在湿润状态将 > 10mm 的团聚体非常小心地分开使其小于 10mm,风干后抽取有关分析项目所需的样品。实验重复 5 次,其中两个重复在 3 个月时终止,对总有机碳、热水溶性碳水化合物、水解碳水化合物含量和粘粒的分散性进行了测定,另 3 个重复在培养 6 个月时终止,对总有机碳、焦磷酸钠提取有机碳、热水溶性和水解碳水化合物含量、粘粒的分散性和水稳性团聚体进行了测定。

1.3 测定方法

1.3.1 有机碳 $K_2Cr_2O_7-H_2SO_4$ 氧化外加热法。重复 2 次。

1.3.2 焦磷酸钠提取物 按参考文献[24]进行。重复 3 次。

1.3.3 热水提取碳水化合物 称取风干土样 1.500 0g 左右(视含量而定)置于一加长试管中,加入蒸馏水 20ml,管口架小漏斗,在沸水浴上加热 2h。冷却后过滤,然后吸取滤液 2ml 于一试管中,加入冷蒽酮试剂 10ml,在沸水浴上加热 15min 显色,在 625nm 波长下测定吸光值。以分析纯葡萄糖作为基准物制作标准曲线。蒽酮试剂的配置是 0.6g 蒽酮溶于 250ml 的 98% 的硫酸中而成^[13]。重复 3 次。

1.3.4 水解碳水化合物 称取风干土样 1.000 0g 于一试管中,加入 2.5mol L^{-1} 硫酸溶液 20ml,在沸水浴上加热 20min。过滤后定容至 100ml,吸取此水解稀释液 2ml,用与热水溶性碳水化合物测定同样方法测定吸光值。重复 3 次。

1.3.5 水稳性团聚体 称取 1~10mm 风干团聚体 20g 于一沉降筒中,用 0.25mm 筛按照湿筛法^[24]进行操作,收集筛上 > 0.25mm 水稳性团聚体烘干称重。用土壤中 > 0.25mm 颗粒含量校正后,计算 > 0.25mm 水稳性团聚体重量占 20g 1~10mm 风干团聚体重量的百分率。重复 3 次。

1.3.6 粘粒分散率 将风干土样用角勺轻轻压碎使小于 3mm,称取该土样 1.500 0g 于 250ml 三角瓶中,加入蒸馏水 50ml,静置过夜。然后在往复式振荡机上以 200r min^{-1} 速度振荡 15min,补加蒸馏水 200ml。用比浊法^[25]测定分散性 < 0.002mm 颗粒含量。计算分散性 < 0.002mm 颗粒占土壤中 < 0.002mm 颗粒含量的百分数即粘粒分散率。重复 3 次。

2 结果和讨论

2.1 总有机碳和可提取有机碳

2.1.1 总有机碳 分解 6 个月后土壤总有机碳的测定结果见表 1。方差分析表明添加秸秆对土壤总有机碳的影响均达极显著水平,同一土样不同秸秆添加水平间差异极显著,从总体上看玉米秸秆与小麦秸秆对土壤有机碳的影响没有显著差异。62、64 和 65 号土样经过 6 个月分解后的残留率分别为 20.3%~25.6%、20.7%~24.3% 和 21.1%~26.4%; 27 号盐土的残留率为 40.7%~54.0%,说明盐分影响土壤中秸秆的分解速度。添加有机碳在土壤中的残留率有随添加量的增加而增加的趋势。

2.1.2 焦磷酸钠提取有机碳 表 2 说明添加秸秆对土壤中焦磷酸钠提取有机碳具有极显著作用,其含量随秸秆添加量的增加而增加,同一秸秆的不同水平之间差异极显著,玉米秸秆和小麦秸秆之间没有明显的差异。焦磷酸钠提取有机碳和总有机碳极显著正相关(表 3)。文献中^[26]报道腐殖质有机碳占土壤总有机碳的 50%~65%。但我们的测定结果表明,全部供试土样在所有处理下培养 6 个月后焦磷酸钠提取有机碳均相当低,只有土壤总有机碳的 18.9%~26.4%,其中的原因有待于进一步查明。

表2 培养六个月后添加秸秆对土壤总碳、焦磷酸钠提取物、水解碳水化合物、热水提取化合物、水稳性团聚体和粘粒分散率的影响

Table 2 Effect of applied straw on total organic C, sodium pyrophosphate (SPP)- extractable organic C, hydrolyzable carbohydrate, hot water (HW)- extractable carbohydrates, water stable aggregate and clay dispersion rate in soils tested after 6 month's incubation

土样	处理	总有机碳	焦磷酸钠提 取有机碳	水解碳水 化合物	热水提取碳 水化合物	水稳性 团聚体	< 0.002mm 粘 粒分散率
Soil	Treat- ment	Total organic C	SPP extractable organic C	Hydrolyzable carbohydrate	HW- extractable carbohydrate	Water stable aggregate	Particle < 0.002mm dispersion rate
		(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(glucose g kg ⁻¹)	(glucose g kg ⁻¹)	(%)	(%)
27	CK	4.7	1.20(25.5) ²⁾	1.01(8.6) ³⁾	0.13(12.9) ⁴⁾	1.2	23.7
	C-3	12.8(54.0) ¹⁾	2.82(22.0)	2.16(6.8)	0.34(15.7)	19.9	24.9
	C-6	17.2(43.2)	3.85(22.4)	3.50(8.1)	0.63(18.0)	37.6	22.6
	W-3	11.4(40.7)	2.61(22.9)	2.27(8.0)	0.44(19.4)	19.6	23.1
	W-6	19.7(49.0)	3.73(18.9)	3.96(8.0)	0.57(14.4)	34.7	21.5
	LSD _{0.01}	1.44	0.442	0.355	0.098	13.36	ns
62	CK	6.7	1.46(21.8)	1.36(8.1)	0.22(16.2)	3.5	40.5
	C-3	10.7(26.6)	2.52(23.6)	1.95(7.3)	0.35(17.9)	43.9	26.6
	C-6	15.0(29.2)	3.84(25.6)	3.18(8.5)	0.55(17.3)	71.6	21.0
	W-3	12.4(36.6)	2.52(20.3)	2.01(6.5)	0.38(18.9)	39.8	26.0
	W-6	16.1(31.1)	3.74(23.2)	3.59(8.9)	0.72(20.1)	68.9	18.2
	LSD _{0.01}	0.89	0.459	0.271	0.116	9.92	3.29
64	CK	9.7	2.01(20.7)	1.51(6.2)	0.16(10.6)	5.7	34.6
	C-3	12.9(20.7)	3.04(23.6)	2.46(7.6)	0.33(13.4)	45.1	23.5
	C-6	17.8(28.5)	4.32(24.3)	3.55(8.0)	0.49(13.8)	64.9	19.9
	W-3	13.9(26.2)	3.01(21.7)	2.58(7.4)	0.30(11.6)	43.8	24.1
	W-6	20.5(35.9)	4.60(22.4)	4.49(8.8)	0.67(14.9)	69.2	18.3
	LSD _{0.01}	1.17	0.431	0.391	0.059	8.23	5.17
65	CK	11.0	2.23(21.1)	1.51(5.5)	0.19(12.6)	8.1	36.8
	C-3	14.2(19.2)	3.50(24.6)	2.46(6.9)	0.40(16.3)	47.9	34.9
	C-6	18.7(26.2)	4.93(26.4)	3.57(7.6)	0.61(17.1)	66.1	32.6
	W-3	15.1(24.2)	3.73(24.7)	2.60(6.9)	0.46(17.7)	43.7	31.5
	W-6	20.7(31.4)	4.74(22.9)	3.30(6.4)	0.69(20.9)	70.0	27.6
	LSD _{0.01}	2.72	0.467	0.355	0.059	7.39	3.25

1) 括号中的值为加入的秸秆有机碳的残留率(%); 2) 括号中的值为焦磷酸钠提取有机碳占土壤全碳的百分率(%); 3) 括号中的值为水解碳水化合物碳(按葡萄糖含糖量计算)占土壤全碳的百分率(%); 4) 括号中的值为热水提取碳水化合物含量占水解碳水化合物含量的百分率(%)

2.1.3 水解碳水化合物和热水提取碳水化合物 表2表明添加秸秆培养6个月时对土壤中水解碳水化合物和热水提取碳水化合物影响极显著,同一秸秆不同水平间差异极

显著。其含量随秸秆添加量的增加而增加。在培养开始时由于玉米秆水解碳水化合物和热水提取碳水化合物含量高, 所以玉米秆处理比小麦秆处理这两组化合物含量高, 但经过 6 个月时间的分解以后正好相反, 总体上后者反比前者水解碳水化合物和热水提取碳水化合物含量高。水解碳水化合物和热水提取碳水化合物之间、这两组碳水化合物与总有机碳之间以及与焦磷酸钠提取有机碳之间均显著正相关(表 3)。

表 3 添加秸秆培养 6 个月时土壤总有机碳(TOC)、焦磷酸钠提取有机碳(SPPC)、水解碳水化合物(HDC)和热水溶性碳水化合物(HWC)之间的直线相关系数

Table 3 Linear correlation coefficients between total organic C (TOC), sodium pyrophosphate extractable organic C (SPPC), hot water extractable carbohydrates (HWC) and hydrolyzable carbohydrate (HDC) each other in soils with straw added after 6 month's incubation

项目 Item	TOC	SPPC	HDC
HWC	0.8812 ^{**}	0.8837 ^{**}	0.9102 ^{**}
HDC	0.9327 ^{**}	0.9075 ^{**}	
SPPC	0.9588 ^{**}		

** $p < 0.01$

表 2 数据表明, 培养 6 个月时土壤水解碳水化合物碳占土壤总有机碳的百分率为 5.5%~8.9%, 变化较小; 热水提取碳水化合物含量占水解碳水化合物含量的百分率为 10.6%~20.9%, 变化范围较大, 其变化在添加与不添加秸秆之间、不同秸秆之间及其不同添加量之间、以及不同土样之间没有规律。

2.2 结构的稳定性

由表 2 可见添加秸秆对土壤水稳性团聚体含量的影响均达极显著水平, 同一秸秆的不同水平间差异极其显著, 两种秸秆之间差异不显著。特别值得注意的是添加秸秆对 27 号盐土团聚体稳定性的影响虽然明显低于其余的 3 个土样, 但其作用仍然是极其显著的, 说明施用秸秆仍然是改善盐化土壤结构性能的有力措施。

添加秸秆对土壤结构稳定性的影响在结构测定的实验过程中也可明显的观察到。对照处理的结构体一加水时立刻碎散, 而添加秸秆处理则在整个加水及浸泡其间始终是不碎散的。

表 2 说明添加秸秆不同处理都极显著地降低了 62 号和 64 号土样粘粒的分散率, 同一秸秆的不同水平间差异极其显著。65 号土样 C-3 处理不显著, C-6、W-3 和 W-6 处理作用极显著, W-3 和 W-6 间差异极显著。65 号土样粘粒分散率明显高于 64 和 65 号土。添加秸秆对 27 号盐土粘粒分散率的作用不显著。添加秸秆培养到 3 个月时没有测定土壤水稳性团聚体, 但是测定的粘粒分

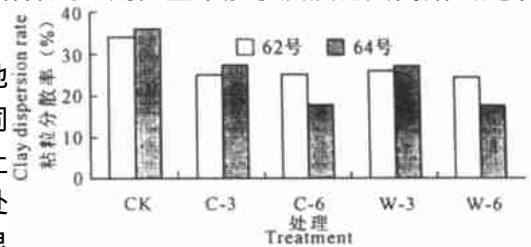


图 1 培养 3 个月时添加秸秆对粘粒分散性的影响

Fig. 1 Effect of straw on clay dispersion after 3 month's incubation

散率(图 1)表明施用秸秆后 3 个月时对土壤结构的影响就已经很显著了。

2.3 结构稳定性与有机碳组成之间的关系

表 4 为根据表 2 进行的添加秸秆后土壤不同有机碳组分与水稳性团聚体和粘粒分散率之间的直线相关分析结果。表 4 说明水稳性团聚体与总有机碳和几种可提取有机碳之间显著或极显著正相关,总体上(不包括水稳性团聚体明显很低的 27 号盐土)说,其与热水提取碳水化合物更相关(图 2)。粘粒分散率与 4 种有机碳组分均显著或极显著负相关,从总体上(不包括影响不显著的 27 号盐土)说,其与水解碳水化合物更相关(图 3)。

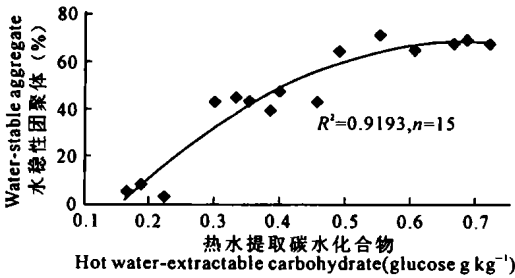


图 2 水稳性团聚体与热水提取碳水化合物含量的关系

Fig. 2 The relationship between water-stable aggregate and hot water extractable carbohydrate content

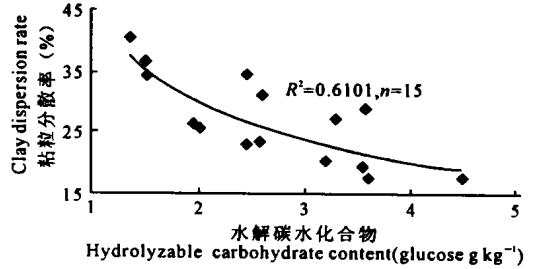


图 3 粘粒分散率与水解碳水化合物含量的关系

Fig. 3 The relationship between clay dispersion rate and hydrolyzable carbohydrate content

表 4 添加秸秆培养 6 个月时土壤水稳性团聚体含量和粘粒分散率与总有机碳 (TOC)、焦磷酸钠提取有机碳 (SPPC)、水解碳水化合物 (HDC) 和热水溶性碳水化合物 (HWC) 之间的直线相关系数

Table 4 Linear correlation coefficients between water stable aggregate, clay dispersion rate and total organic C (TOC), sodium pyrophosphate extractable organic C (SPPC), hydrolyzable carbohydrate (HDC) and hot water extractable carbohydrates (HWC) in soils with straw added after 6 months' incubation

土样 Soil	水稳性团聚体 Water stable aggregate				粘粒分散率 Clay dispersion rate			
	TOC	SPPC	HDC	HWC	TOC	SPPC	HDC	HWC
27	0.7917**	0.9951**	0.9597**	0.9819**	-	-	-	-
62	0.9667**	0.9868**	0.9266*	0.8965*	-0.9757**	-0.9457*	-0.8939*	-0.8966*
64	0.9358*	0.9606**	0.9300*	0.9117*	-0.9095*	-0.9338*	-0.9078*	-0.8891*
65	0.9460*	0.9757**	0.9687**	0.9718**	-0.9232*	-0.9356**	-0.9716**	-0.9182**
62~65	0.8710**	0.8985**	0.9047**	0.9116**	-0.6209*	-0.5800*	-0.7613**	-0.6614**

* p < 0.05, ** p < 0.01; -影响不显著未计算

3 讨论

从本研究结果来看,施用秸秆后所测定的几种有机碳组分都是随着施用量的增加而

显著增加的,这一结果是有意义的。作物秸秆的主要化学成分是纤维素和木质素,按照一般的概念,木质素分解时趋向于形成芳香族化合物;纤维素则逐步水解,分子量逐渐变小。如果水解碳水化合物是属于比原始秸秆纤维素分子量更小的组分,而热水提取碳水化合物又是比前者分子量更小的话,那么秸秆纤维素碳在分解过程中应该按照秸秆纤维素碳 \rightarrow 水解碳 \rightarrow 热水提取碳 \rightarrow 单糖碳的模式变化。虽然可提取态的碳水化合物是寿命短暂的过渡性产物^[1, 10, 11],但其处于不断产生又不断分解的平衡之中。只要施用秸秆使土壤总碳提高并且维持在一定水平则必然使不同组分的有机碳提高并且维持在一定水平。即便是其中的任一种有机碳决定着团聚体的形成及其稳定性,那么施用秸秆就可提高土壤的团聚程度和团聚体的稳定性。

本研究条件与田间情况差异很大,但是从本研究结果与他人的研究^[21~23]来看秸秆还田对土壤结构的良好作用是非常肯定的。在甘肃景电灌区等内陆干旱地区,秸秆还田还没有被群众普遍认可,焚烧秸秆的现象随处可见。其主要原因是秸秆还田后腐解速度慢,同时微生物与作物发生氮素竞争,使作物减产。解决这一问题的途径应该是在秸秆还田时适当补充氮素和水分,并且尽量地切碎秸秆,促使秸秆的快速分解阶段在作物播种前完成,以克服秸秆还田的不利影响。

参 考 文 献

1. Tisdall J M, Oades J M. Organic matter and water stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 1982, 33: 141~ 163
2. Oades J M. Soil organic matter and structural stability mechanisms and implications for management. *Plant and Soil*, 1984, 76: 319~ 337
3. Oades J M, Waters A. Aggregate hierarchy in soils. *Australian Journal of Soil Research*, 1991, 29: 815~ 828
4. Elliott E T. Aggregate structure and carbon, nitrogen and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Science Society of America Journal*, 1986, 50: 627~ 633
5. Gupta V V S R, Gemida J J. Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation. *Soil Biology and Biochemistry*, 1988, 20: 777~ 786
6. Cambardella C A, Elliott E T. Carbon and nitrogen distribution in aggregates from cultivated soils and native grassland soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 1993, 57: 1 071~ 1 076
7. Baldock J A, Kay B D, Schnitzer M. Influence of cropping treatments on the monosaccharide content of the hydrolysates of a soil and its aggregate fractions. *Canada Journal of Soil Science*, 1987, 67: 489~ 499
8. Puget P, Cheru C, Balesdent J. Total and young organic matter distributions in aggregates of silty cultivated soils. *European Journal of Soil Science*, 1995, 46: 449~ 459
9. Wright S F, Upadhyaya A. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, 1998, 198: 97~ 107
10. Haynes R J, Swift R S. Stability of soil aggregates in relation to organic constituents and soil water content. *Journal of Soil Science*, 1990, 41: 73~ 83
11. Haynes R J, Francis G S. Changes in microbial biomass C, soil carbohydrate composition and aggregate stability induced by growth of selected crop and forage species under field conditions. *Journal of Soil Science*, 1993, 44: 665~ 675
12. Gijssman A J, Thomas R J. Aggregate size distribution and stability of an Oxisol under legume based and pure grass pastures in the Eastern Colombian savannas. *Australia Journal of Soil Research*, 1995, 33: 153~ 165
13. Gang Lu, Karri ichi Sakagami, Haruo Tanaka *et al.* Role of soil organic matter in stabilization of waterstable aggregates in soils under different types of land use. *Soil Science and Plant Nutrition*, 1998, 44(2): 147~ 155
14. 林心雄,程励励,徐宁等. 田间测定植物残体分解速率的砂滤管法. *土壤学报*, 1981, 18(1): 97~ 102

15. 须相成, 张继宏, 佟国良等. 有机物料在不同土壤中腐解残留率的研究. 土壤通报, 1986, 16(1): 21~ 26
16. 张璐, 沈善敏, 廉鸿志等. 有机物料中有机碳、氮矿化进程及土壤供氮能力研究. 土壤通报, 1997, 28(2): 71~ 73
17. 黄东迈, 朱培立, 王志明等. 旱地和水田有机碳分解速率的探讨与质疑. 土壤学报, 1998, 35(4): 482~ 492
18. 姜岩, 窦森. 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, 1987, 24(2): 1~ 104
19. 王岩, 沈其荣, 史瑞和等. 有机、无机肥料施用后土壤生物量 C、N、P 的变化及氮素转化. 土壤学报, 1998, 35(2): 227~ 234
20. 窦森, 华士英. 施用有机肥料对胡敏酸结构特征的影响——胡敏酸的¹H-核磁共振波谱. 土壤学报, 1997, 34(3): 225~ 234
21. 黄不凡. 绿肥、麦秸还田培养地力的研究 I. 对土壤有机质和团聚体性状的影响. 土壤学报, 1984, 21(2): 113~ 122
22. 许绣云, 姚贤良, 刘克樱. 长期施用有机物料对红壤性水稻土的物理性质的影响. 土壤, 1996, 2: 57~ 61
23. 张道勇, 王鹤平主编. 中国实用肥料学. 上海: 上海科学技术出版社, 1997
24. 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1978
25. Pojasok T, Kay B D. Assessment of a combination of wet sieving and turbidimetry to characterize the structural stability of moist aggregates. Canada Journal of Soil Science, 1990, 70: 33~ 42
26. 文启孝等编著. 土壤有机质研究法. 北京: 农业出版社, 1984

EFFECT OF STRAW ON SOIL ORGANIC CARBON CONSTITUTION AND STRUCTURAL STABILITY

Li Xiaogang Cui Zhirun Wang Lingying

(Department of Resources and Environment, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070)

Summary

Effect of applied straw on soil total organic C, extractable organic C and structural stability were examined in an incubation experiment. The results showed that with increase in straw application rate, total organic carbon (TOC), sodium pyrophosphate extractable carbon (SPPC), hydrolyzable carbohydrates (HDC) and hot water extractable carbohydrates (HWC) in soils were significantly increased after 6 month's incubation. Water stable aggregates were significantly increased with increase in straw application rate for all 4 soils studied; clay dispersion rates were significantly decreased in 3 soils except 1 saline soil. Though there were not marked differences between the effects of corn stalk and wheat straw on TOC, SPPC, water stable aggregates and clay dispersion, it seemed that HDC and HWC in soils in wheat straw treatment were higher than those in corn stalk treatment. TOC, SPPC, HDC and HWC were all significantly positively correlated with water stable aggregate and negatively with clay dispersion rates, respectively. In all, however, HWC was more correlated to water stable aggregates and HDC was more correlated to clay dispersion rates than others.

Key words Straw, Soil organic carbon constituent, Structural stability