



高盼,刘玉涛,王宇先,等.黑龙江省半干旱区秸秆还田方式对土壤胡敏酸碳含量及胡敏酸荧光结构特征的影响[J].黑龙江农业科学,2023(8):26-30.

# 黑龙江省半干旱区秸秆还田方式对土壤胡敏酸碳含量及胡敏酸荧光结构特征的影响

高盼,刘玉涛,王宇先,徐莹莹,杨慧莹,王晨,张巩亮

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

**摘要:**为促进黑龙江省西部半干旱区地力提升和秸秆综合利用,以黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院秸秆长期定位试验田为研究对象,对 CK(常规种植)、FM(秸秆翻埋还田)和 FG(秸秆覆盖还田)3 种处理下胡敏酸碳(HA-C)含量和荧光结构进行分析。结果表明,FM 和 FG 处理下土壤胡敏酸碳含量和胡富比(HA/FA)均表现为随着土层加深呈下降趋势,而富里酸碳(FA-C)变化无明显规律。各处理土壤胡敏酸三维荧光光谱具有类似指纹图谱特征,均出现 1 个主要荧光特征峰。与 CK 相比,FG 和 FM 处理 HA 荧光峰波长均有红移现象(激发/发射波长变大)。C1 和 C2 组分包含的物质均为类腐殖酸物质。比较各处理 C1 组分和 C2 组分类腐殖酸物质的 Fmax 值可知,FM>FG>CK。其中 FM 处理下的类腐殖酸组分 Fmax 值最大,但不同处理间无显著差异。综上所述,秸秆翻埋还田和覆盖还田均可通过提升土壤胡敏酸碳含量,提升腐殖酸类物质含量增强土壤的保肥能力,其中以秸秆翻埋处理效果最佳。

**关键词:**秸秆翻埋还田;秸秆覆盖还田;土壤;胡敏酸碳;荧光结构;富里酸碳

土壤环境的合理生产能力补偿与良性循环利用是确保雨养旱作区农业增产的关键技术<sup>[1]</sup>。黑龙江省西部半干旱区具有丰富的秸秆资源,每年可产生玉米秸秆 1 亿 t 以上,秸秆含有丰富的 C、N、P、K 等营养元素,又具有改善土壤的理化性状、提高土壤有机碳含量、改善土壤保肥能力和缓冲性能的重要作用<sup>[2]</sup>。随着机械化水平的提高,秸秆还田作为农业生产中广泛采用的土壤培肥措施已被广泛推广和应用。张艳鸿等<sup>[3]</sup>研究结果表明,玉米秸秆深还可改善腐殖质组成,增加表层和亚表层土壤有机碳含量和 PQ 值,且显著提高了胡敏酸碳含量及胡敏酸色调系数。魏丹等<sup>[4]</sup>认为有机物料还田可以增加土壤活性有机碳组分,促进养分释放、使大团聚体 HA 在化学结构上芳香性较强且结构趋于简单化。还有学者研究了不同秸秆还田模式对腐殖酸含量的影响,结果表明在土壤亚表层中,土壤富里酸(FA)和胡敏酸(HA)的含量均有所增加<sup>[5-6]</sup>。但 HA 的组成结构复杂,传统的 HA 表征方法仅能从 HA 元素组成等基本层面进行分析,无法准确地描述和分析 HA 分子结构、空间构型等信息,也无法有效追踪和分

析 HA 在环境介质中的动态环境行为。随着光谱技术的发展,表征技术开始由简单的元素定量向分子组成层面发展。基于此,本研究以秸秆还田定位 7 年的农田土壤为研究对象,利用三维荧光光谱技术和平行因子分析方法(Parallel Factor Analysis,PARAFAC)探究秸秆翻埋还田和覆盖还田对胡敏酸碳含量及胡敏酸荧光结构的影响,为黑龙江省西部半干旱地区地力提升和秸秆综合利用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验设在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院长期定位试验基地(47°16'N,123°41'E),地势平坦,肥力中等,为碳酸盐黑钙土,属于中温带大陆性季风气候,年平均降水量 400 mm。秸秆还田定位试验始于 2016 年,至 2022 年本试验已持续 7 年。2022 年试验区土壤的基本理化性质:土壤碱解氮 100 mg·kg<sup>-1</sup>,有效磷 16.9 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 134 mg·kg<sup>-1</sup>,有机质 26.5 g·kg<sup>-1</sup>,pH7.82。

### 1.2 材料

供试玉米品种为嫩单 19。供试肥料为金正大牌控释肥,总养分≥48%,氮:磷:钾=26:11:11。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 采用大区对比试验,本试验设置 CK(对照)、秸秆覆盖还田,秸秆翻埋还田,3 个处理,每个处理用地 0.35 hm<sup>2</sup>,不设重复,各处理具体操作见表 1。试验为全量秸秆还田,还田量为 14 700 kg·hm<sup>-2</sup>。试验在 2022 年 5 月—10 月

收稿日期:2023-04-13

基金项目:黑龙江省省属科研院所科研业务费项目(CZK-YF2021-2-C021);齐齐哈尔市科技计划创新激励项目(CNYGG-2022029,CNYGG-2022040)。

第一作者:高盼(1990—),女,硕士,助理研究员,从事土壤培肥与改良研究。E-mail:3250655758@qq.com。

通信作者:刘玉涛(1968—),男,学士,研究员,从事耕作与栽培研究。E-mail:2013968839@qq.com。

玉米生长季进行调查。调查项目为土壤胡敏酸碳和富里酸碳含量。采用免耕播种一体机深施金正大牌控释肥,施肥量为 $750\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。供试玉米4月25日机械精量播种,密度 $6.75\text{ 万株}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,

播后喷灌,灌水量 $35\text{ mm}$ ,玉米4叶期化学除草,化除后7 d,免耕生育期内土壤不翻耕犁耙,直接在前茬地上开穴、施肥、播种。

表1 不同处理具体操作

处理	秸秆处理	播种
CK	秸秆不还田,机械打包移出田外	按照常规播种方式播种
FM 秸秆翻埋还田	机械收获时秸秆粉碎,长度小于 $\leq 10\text{ cm}$ ,土壤结冻前用栅栏式五铧犁深翻还田 $25\sim 35\text{ cm}$ ,翻耕后重耙1次	播种前再耙1次,机械平播同时一次性施入底肥
FG 秸秆覆盖还田	机械收获时秸秆粉碎,长度小于 $\leq 10\text{ cm}$ ,全部覆盖地表	免耕播种同时一次性施入底肥

1.3.2 土样采集 2022年9月对各处理小区土壤进行采集,采用S形取样法,按 $0\sim 10\text{ cm}$ 、 $10\sim 20\text{ cm}$ 、 $20\sim 30\text{ cm}$ 、 $30\sim 40\text{ cm}$ 不同土层深度进行取样,重复3次。采集样品自然风干后过 $0.25\text{ mm}$ 分样筛,常温保存备用。

1.3.3 富里酸碳的分离提取 称取 $10\text{ g}$ 土样,加入 $100\text{ mL}$ 的氢氧化钠和焦磷酸钠 $1:1$ 混合溶液( $\text{pH}=13$ ),摇匀后振荡浸提 $24\text{ h}$ ,取出后离心 $15\text{ min}$ ,过 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 滤膜,收集上清液即为富里酸溶液。用 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 调节 $\text{pH}$ ( $\text{pH}=1$ ),静置 $12\text{ h}$ 后再离心 $25\text{ min}$ ,得上清液滤液定容<sup>[7]</sup>。

1.3.4 胡敏酸碳的分离提取 用稀碳酸氢钠溶液溶解1.3.3中的沉淀,定容后过滤膜,即为胡敏酸组分。取部分胡敏酸溶液于三角瓶中,用 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 调节 $\text{pH}$ ( $\text{pH}=1$ ),静置 $12\text{ h}$ 。然后离心 $20\text{ min}$ ,去除上清液,沉淀以蒸馏水用稀 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 洗涤离心3次。将沉淀物用水洗过滤,过 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 滤膜,纯化后的胡敏酸用于荧光光谱测定<sup>[7]</sup>。

1.3.5 胡敏酸荧光光谱测定 待测样品经TOC分析仪(multi N/C 2100)测定其浓度,将所有HA样品碳含量稀释至 $10\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,采用三维荧光光谱仪(日立F-7000)测定荧光光谱参数。

1.3.6 数据分析 采用SPSS 19.0分析差异显著性。Excel 2010进行数据分析,利用MATLAB 2010

消除三维荧光图谱的拉曼散射并进行PARAFAC分析,计算Fmax值。

2 结果与分析

2.1 不同秸秆还田方式对土壤胡敏酸碳及富里酸碳含量的影响

由表2可知,不同秸秆还田处理土壤胡敏酸碳(HA-C)含量均表现为随着土层加深逐渐降低。在 $0\sim 10\text{ cm}$ 、 $10\sim 20\text{ cm}$ 和 $30\sim 40\text{ cm}$ 土层时,不同处理胡敏酸碳含量差异达到显著水平。 $0\sim 10\text{ cm}$ 和 $10\sim 20\text{ cm}$ 土层土壤胡敏酸碳含量顺序为 $\text{FG}>\text{FM}>\text{CK}$ ,其中FG较CK分别增加了 $16.89\%$ 和 $22.51\%$ ,较FM增加了 $6.46\%$ 和 $11.78\%$ 。FM较CK分别增加了 $9.80\%$ 和 $9.60\%$ 。而 $20\sim 30\text{ cm}$ 胡敏酸碳含量高低为 $\text{FM}>\text{FG}>\text{CK}$ ,FM较FG和CK分别增加了 $6.25\%$ 和 $8.18\%$ 。 $30\sim 40\text{ cm}$ 土层则是 $\text{FM}>\text{CK}>\text{FG}$ ,FM处理胡敏酸碳含量较CK和FG处理分别提高了 $14.46\%$ 和 $25.65\%$ 。

由表3可知,各处理 $0\sim 40\text{ cm}$ 土层中富里酸碳(FA-C)含量从高到低为 $\text{FM}>\text{CK}>\text{FG}$ ,其中FM处理富里酸碳含量较CK增加了 $6.40\%$ ,FG处理则较CK降低了 $4.00\%$ 。FM处理较FG提高了 $10.83\%$ 。不同耕作措施对富里酸碳含量影响不显著。

表2 不同秸秆还田处理对土壤胡敏酸碳(HA-C)含量的影响

处理	胡敏酸碳/( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )				
	$0\sim 10\text{ cm}$	$10\sim 20\text{ cm}$	$20\sim 30\text{ cm}$	$30\sim 40\text{ cm}$	平均值
FM	$7.28\pm 0.83\text{ b}$	$6.28\pm 0.26\text{ b}$	$5.95\pm 0.12\text{ a}$	$5.78\pm 0.56\text{ a}$	$6.32\pm 1.03\text{ a}$
FG	$7.75\pm 1.07\text{ a}$	$7.02\pm 0.92\text{ a}$	$5.60\pm 0.07\text{ a}$	$4.60\pm 0.29\text{ c}$	$6.24\pm 0.88\text{ a}$
CK	$6.63\pm 0.28\text{ c}$	$5.73\pm 0.33\text{ c}$	$5.50\pm 0.23\text{ a}$	$5.05\pm 0.31\text{ b}$	$5.73\pm 0.64\text{ b}$

注:不同小写字母代表同一土层不同处理间各组分含量在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

表3 不同秸秆还田处理对土壤富里酸碳(FA-C)含量的影响

处理	富里酸碳/( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )				
	$0\sim 10\text{ cm}$	$10\sim 20\text{ cm}$	$20\sim 30\text{ cm}$	$30\sim 40\text{ cm}$	平均值
FM	$2.55\pm 0.19\text{ ab}$	$2.58\pm 0.13\text{ a}$	$2.80\pm 0.27\text{ ab}$	$2.72\pm 0.39\text{ a}$	$2.66\pm 0.27\text{ a}$
FG	$2.75\pm 0.21\text{ a}$	$2.49\pm 0.22\text{ a}$	$2.27\pm 0.16\text{ b}$	$2.09\pm 0.44\text{ a}$	$2.40\pm 0.44\text{ a}$
CK	$2.35\pm 0.04\text{ b}$	$2.43\pm 0.17\text{ a}$	$2.42\pm 0.35\text{ a}$	$2.78\pm 0.66\text{ a}$	$2.50\pm 0.35\text{ a}$

## 2.2 不同秸秆还田方式对土壤胡富比(HA/FA)的影响

由图1可知,随着土层的加深,不同处理的胡富比(HA/FA)呈下降趋势,10~20 cm土层FM、FG处理的胡富比(HA/FA)较CK增加了2.97%和19.49%。而在20~30 cm土层FM、FG处理的胡富比(HA/FA)较CK增加了16.48%和35.71%。FG处理的胡富比(HA/FA)在10~20 cm和20~30 cm土层较FM处理增加了16.05%和16.51%,在30~40 cm土层降低了16.43%。

## 2.3 两种还田方式对胡敏酸荧光结构的影响

由图2可知,0~40 cm混合土样,秸秆还田土壤胡敏酸三维荧光光谱具有类似指纹图谱特征,均出现1个主要荧光特征峰<sup>[8]</sup>。与CK(Ex/Em=

270 nm/455 nm)相比,FG(Ex/Em=280 nm/465 nm)和FM(Ex/Em=280 nm/470 nm)处理HA荧光峰波长均有红移现象,说明HA芳香度和分子量增加,腐殖化程度提升<sup>[9]</sup>。

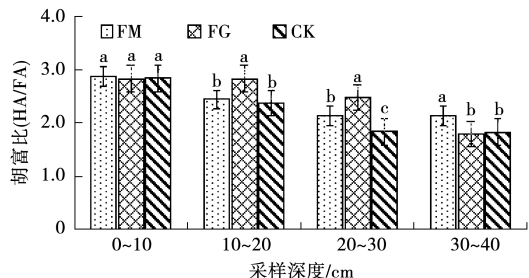
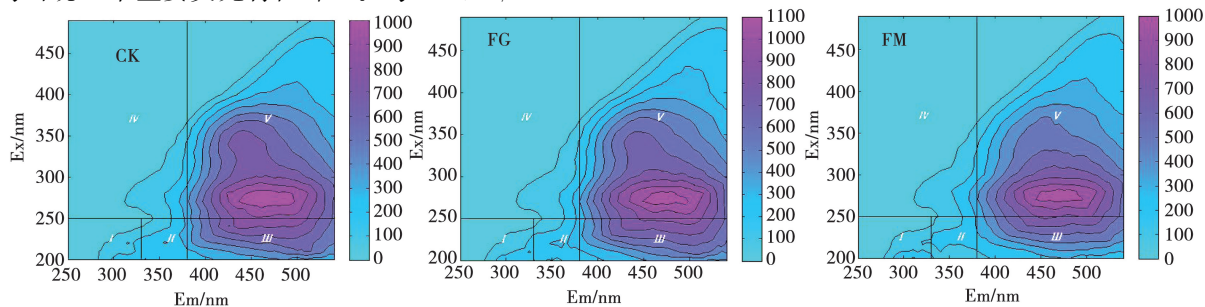


图1 不同秸秆还田处理对土壤胡富比的影响



区域Ⅰ. 类酪氨酸 Ex (200~250 nm)、Em (250~330 nm); 区域Ⅱ. 类色氨酸芳香蛋白质类物质 Ex (200~250 nm)、Em (330~380 nm); 区域Ⅲ. 富里酸类物质 Ex (200~250 nm)、Em (380~550 nm); 区域Ⅳ. 溶解性微生物代谢产物 Ex (250~490 nm)、Em (250~380 nm); 区域Ⅴ. 腐殖酸类物质 Ex (250~490 nm)、Em (380~550 nm)。Ex 为激发峰, Em 为发射峰, 下同。

图2 不同处理的HA有机碳荧光结构图谱

## 2.4 PARAFAC 分析方法

运用 PARAFAC 分析方法,对秸秆还田下的土壤胡敏酸三维荧光数据进行解析<sup>[10]</sup>,识别出两个荧光组分,如图3所示。其中,组分 C1 包含1个激发峰、1个发射峰(Ex/Em=270 nm/440 nm),为类腐殖酸物质,主要来源于高等植物腐解产生的有机物。组分 C2 包含一个激发峰、1个发射峰(Ex/Em=280 nm/515 nm),同为类腐殖酸物质。两个荧光峰处,类腐殖酸组分 C2 的激发(Ex=280 nm)与发射(Em=515 nm)波长均高于类腐殖酸组分 C1 的激发和发射波长(Ex=270 nm 和 Em=440 nm),说明该组分中含有更高分子量和更高芳香度的有机物质<sup>[11]</sup>。

## 2.5 两种还田方式的 Fmax 值

Fmax 代表了 C1 和 C2 组分的相对含量。由图4可知,FG 和 FM 处理下的胡敏酸碳均以类腐殖酸物质为主,各组分相对含量说明不同处理均以 C1 组分为主,C2 组分为辅。且 Fmax 值高于 CK,C1 组分顺序为:FM>FG>CK,所占比例为77.35%、75.61%和73.59%。其中 FM 处理下的类腐殖酸组分 Fmax 值最大,土壤腐殖化程度最高<sup>[12]</sup>。

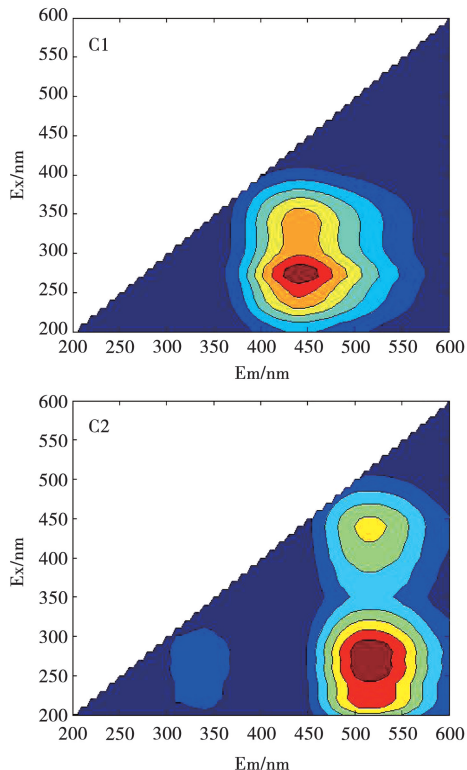


图3 不同秸秆还田处理的C1和C2组分

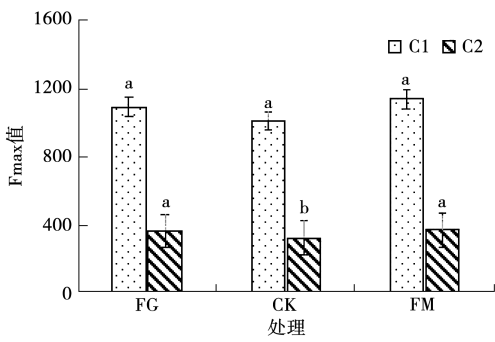


图4 不同秸秆还田处理的Fmax值

### 3 讨论

#### 3.1 两种还田方式对土壤胡敏酸碳及富里酸碳含量的影响

胡敏酸在土壤中既可促进土壤团聚体的形成,同时又起到提高土壤保水保肥能力以及增强吸水性的作用,富里酸在土壤中起到促进矿物分解转化的作用,既可转化形成胡敏酸,也是胡敏酸分解后的一级产物,它的分子结构没有胡敏酸复杂,在土壤中起到更新累积胡敏酸的作用<sup>[13]</sup>。本研究结果表明在0~10 cm和10~20 cm土层时,不同处理胡敏酸碳含量差异达到显著水平。土壤胡敏酸含量顺序为:FG>FM>CK,而20~30 cm和30~40 cm土层则是FM处理胡敏酸碳含量最高,这是因为FG处理秸秆为农田土壤提供大量的外源有机碳输入,但只覆盖在土壤表层,而FM处理可将秸秆与土壤均匀混拌至亚表层,改善了土壤结构,有助于秸秆胡敏酸碳含量的增加。这与张博文等<sup>[14]</sup>研究结果一致。4个土层富里酸碳的平均值为FM>CK>FG,可能是秸秆分解利用过程中,土壤中的一部分FA逐渐转化为分子结构更为复杂的HA,从而提高了土壤腐殖质品质。

#### 3.2 两种还田方式对土壤胡富比的影响

土壤胡富比是胡敏酸与富里酸的比值,它表征着土壤腐殖质的活性状况。与胡敏酸和富里酸的绝对含量相比,胡富比所反映出的土壤腐殖质活性及肥力状况更加全面而直观<sup>[15]</sup>。一般认为,土壤胡富比越大,即胡敏酸在腐殖质中的相对分数越高,腐殖质的品质越高,FM和FG处理在10~20 cm和20~30 cm土层增加最为显著,可能是作物根系在10~20 cm和20~30 cm土层的分布量更多,无论是秸秆输入的有机碳还是作物的根系分泌物,都会刺激土壤微生物的发展,进而促进有机碳的分解和HA的形成。由此可见,秸

秆还田不仅促进了土壤腐殖质的积累,同时也逐步提高了腐殖质的活性<sup>[16-17]</sup>。

#### 3.3 两种还田方式对胡敏酸荧光结构及Fmax值的影响

通过PARAFAC分析将土壤胡敏酸碳荧光图谱分解,可得C1、C2两个组分均为类腐殖酸物质,这两个组分与羟基和羧基相关,可用来表征土壤外源有机物质的输入<sup>[18]</sup>。研究表明,FM和FG处理下,胡敏酸碳均以类腐殖酸物质为主,这是因为在含水量低的黑土农田中,有机化合物易聚合为芳香度高、腐殖化程度高的物质<sup>[19]</sup>。但单一秸秆有机物料还田营养物质较少,且试验区冬季气温较低、秸秆腐解缓慢,有机物料对土壤的激发效应较低,土壤微生物未获得更充足的碳源,从而减缓了土壤有机碳矿化及作物残体分解,未能转化生成更丰富的组分<sup>[20]</sup>。

### 4 结论

本试验结果表明,FM和FG处理下土壤胡敏酸碳(HA-C)含量和胡富比(HA/FA)均表现为随着土层加深呈下降趋势,而富里酸碳(FA-C)变化无明显规律。各处理土壤胡敏酸三维荧光光谱具有类似指纹图谱特征,均出现1个主要荧光特征峰。与CK相比,FG和FM处理HA荧光峰波长均有红移现象(激发/发射波长变大)。组分C1和C2包含的物质均为类腐殖酸物质,C1和C2组分类腐殖酸物质的Fmax值大小依次为FM>FG>CK,其中FM处理下的类腐殖酸组分Fmax值最大。

综上所述,秸秆翻埋还田和覆盖还田均可提升土壤胡敏酸碳含量,通过提升腐殖酸类物质含量增强土壤的保肥能力,其中以秸秆翻埋处理效果最佳。

#### 参考文献:

[1] 辛历,刘锦涛,刘树堂,等.长期定位条件下秸秆还田对土壤有机碳及腐殖质含量的影响[J].华北农学报,2016,31(1):218-223.

[2] GALANTINI J,ROSELL R. Long-term fertilization effects on soil organic matter quality and dynamics under different production systems in semiarid Pampean soil[J]. Soil and Tillage Research,2014,87(1):72-79.

[3] 张艳鸿,窦森,董珊珊.秸秆深还及配施化肥对土壤腐殖质组成和胡敏酸结构的影响[J].土壤学报,2016,53(3):695-701.

[4] 魏丹,蔡珊珊,李艳,等.黑土水溶性有机碳对有机物料还田的响应[J].中国农业科学,2020,53(6):1180-1188.

[5] 崔婷婷,窦森,杨铁因,等.秸秆深还对土壤腐殖质组成和胡

- 敏酸结构特征的影响[J]. 土壤学报, 2014, 4(4): 718-725.
- [6] 刘永欣. 秸秆深还对土壤腐殖质垂直分布及其结构特征的影响[D]. 长春: 吉林农业大学, 2014.
- [7] 窦森. 土壤有机质[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [8] 朱妹, 窦森, 陈丽珍, 等. 秸秆深还对土壤团聚体中胡敏酸结构特征的影响[J]. 土壤学报, 2015, 52(4): 747-758.
- [9] 李双翼, 侯淑艳, 窦森, 等. 长期秸秆还田对土壤有机碳和胡敏酸结构特征的影响[J/OL]. 吉林农业大学学报: 1-10 [2023-03-24]. DOI: 10. 13327/j. jilau. 2020. 55849.
- [10] 范春辉, 张颖超, 贺磊, 等. 秸秆还田对旱田黄土可溶性有机质三维荧光光谱的影响[J]. 光谱学与光谱分析, 2013, 33(7): 1820-1823.
- [11] 朱雪峰, 张春雨, 郝艳杰, 等. 玉米秸秆覆盖还田量对免耕土壤有机碳中红外光谱特征的影响[J]. 应用生态学报, 2021, 32(8): 2685-2692.
- [12] 盛明, 龙静泓, 雷琬莹, 等. 秸秆还田对黑土团聚体内有机碳红外光谱特征的影响[J]. 土壤与作物, 2020, 9(4): 355-366.
- [13] 田慎重, 张玉凤, 边文范, 等. 深松和秸秆还田对旋耕农田土壤有机碳活性组分的影响[J]. 2020, 36(2): 185-192.
- [14] 张博文, 杨彦明, 张兴隆, 等. 连续深松对黑土结构特性和有机碳及碳库指数影响[J]. 中国土壤与肥料, 2019(2): 6-13.
- [15] 薛斌, 黄丽, 鲁剑巍, 等. 连续秸秆还田和免耕对土壤团聚体及有机碳的影响[J]. 水土保持学报, 2019, 32(1): 182-189.
- [16] 魏燕华, 赵鑫, 翟云龙, 等. 耕作方式对华北农田土壤固碳效应的影响[J]. 农业工程学报, 2013, 29(17): 87-95.
- [17] 郝翔翔, 窦森, 韩晓增, 等. 典型黑土区不同生态系统下土壤团聚体中胡敏酸的结构特征[J]. 土壤学报, 2014, 51(4): 824-833.
- [18] 贺美, 王迎春, 王立刚, 等. 深松施肥对黑土活性有机碳氮组分及酶活性的影响[J]. 土壤学报, 2019, 4(5): 612-619.
- [19] 张鹏, 李涵, 贾志宽, 等. 秸秆还田对宁夏旱区土壤有机碳含量及土壤碳矿化的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(12): 2518-2525.
- [20] 董珊珊, 窦森. 玉米秸秆不同还田方式对黑土有机碳组成和结构特征的影响[J]. 农业环境科学学报, 2017, 36(2): 322-328.

## Effects of Straw Returning Methods on Soil Humic Acid Carbon Content and Humic Acid Fluorescence Structure Characteristics in Semi-Arid Areas of Heilongjiang Province

GAO Pan, LIU Yutao, WANG Yuxian, XU Yingying, YANG Huiying, WANG Chen, ZHANG Gongliang

(Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

**Abstract:** In order to promote the improvement of soil fertility and comprehensive utilization of straw in the semi-arid region of western Heilongjiang Province, the long-term positioning experimental field of Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences was used as the research object to analyze the humic acid carbon content and fluorescence structure under three treatments: CK (conventional planting), FM (straw burying returning to the field), and FG (straw covering returning to the field). The results showed that under both FM and FG treatments, the content of soil humic acid carbon (HA-C) showed a decreasing trend with the deepening of the soil layer, and the carbon content and HA/FA showed a decreasing trend. However, there was no obvious pattern of changes in fulvic acid carbon (FA-C). The three-dimensional fluorescence spectrum of soil humic acid exhibits fingerprint like characteristics, with one main fluorescence characteristic peak appearing. Compared with CK, both FG and FM treatments showed a red shift in the fluorescence peak wavelength of HA (with an increase in excitation/emission wavelength). The substances contained in components C1 and C2 were both humic acid like substances. Compared the Fmax values of humic acid substances classified by C1 and C2 groups, it could be concluded that FM > FG > CK. The Fmax value of humic acid components under FM treatment was the highest, but there was no significant difference between different treatments. In summary, both straw burying and mulching can increase the soil humic acid carbon content. By increasing the content of humic acid substances, the fertilizer retention ability of soil was enhanced, among which straw burying treatment had the best effect.

**Keywords:** straw burying and returning to the field; straw mulching and returning to the field; soil; humic acid carbon; fluorescence structure; fulvic acid carbon