

长期秸秆还田对土壤肥力质量的影响^①

孙 星^{1,2}, 刘 勤^{1*}, 王德建¹, 张 斌¹

(1 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008; 2 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要: 从 20 世纪 80 年代开始, 分别在江苏常熟和江西进贤布置长期定位试验, 研究秸秆还田对乌栅土及红壤性水稻土土壤肥力的影响。结果表明: 无论是乌栅土还是红壤性水稻土, 秸秆与化肥配合施用下, 土壤全 N、全 P、速效 P 和速效 K 含量与不施肥的 CK 处理相比显著提高; 另外, 红壤性水稻土的秸秆还田土壤全 N、全 P、速效 P 含量与单一施用化肥处理相比显著提高 ($P<0.05$)。同样, 上述两种土壤的土壤有机质含量较单一施用化肥的处理显著增加, 而且从腐殖质的组分分析可知: 腐殖酸 C、胡敏酸 C 与富里酸 C 的比值均显著提高, 表明土壤有机质品质得以改善。因此, 长期的秸秆与化肥配合施用是提高土壤肥力的有效措施之一。

关键词: 秸秆还田; 土壤肥力; 全氮; 有机质

中图分类号: S158

我国每年产生各种秸秆约 6.2 亿 t^[1]。随着农民生活水平的不断提高, 秸秆在广大农村地区已不再是主要的燃料物质, 秸秆的出路问题已经成为目前我国农村地区急需解决的一大难题。焚烧秸秆不仅污染环境, 而且由于有机物不能回归土壤, 切断了农田生态系统的养分物质循环链, 不利于土壤质量和生产力的保持和提高, 影响农业的可持续发展^[2]。近年来, 化肥的大量施用以及部分地区的粗放经营和管理, 土壤肥力有下降的趋势^[3]。我国有秸秆还田培肥土壤的悠久历史。国内外科技工作者对秸秆还田培肥土壤等方面也进行了许多研究^[4-8], 但试验周期多较短, 很难揭示秸秆还田下土壤质量演变规律。乌栅土和红壤性水稻土

分别是我国太湖流域和江西省较为典型的农田土壤, 其水、光、热等条件有显著差异, 研究长期秸秆还田在这两区域对土壤质量的不同表现, 对探明有机物质养分循环、土壤可持续利用及合理秸秆还田等方面具有重要的理论与实践意义。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

长期秸秆还田试验分别位于中国科学院常熟农业生态实验站和江西省红壤研究所, 供试土壤分别为湖相沉积物发育的乌栅土和第四纪红色黏土发育的红壤性水稻土, 土壤和气候条件见表 1。

表 1 试验地的土壤基本性状和气候条件

Table 1 Soil properties and climate conditions of the experiment sites

土壤类型	年均温 (°C)	≥10℃年积温 (°C)	年降水量 (mm)	pH	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	速效 P (mg/kg)	速效 K (mg/kg)	缓效 K (mg/kg)
乌栅土	15.5	4933	1038	8.1	34.1	2.0	115.3	5.7	92.0	537.0
红壤性水稻土	17.6	5528	1795	6.9	27.9	1.5	143.7	10.3	125.1	—

1.2 试验设计

试验 1: 乌栅土的秸秆还田试验开始于 1990 年 10 月。试验设有 4 个处理: ①CK, 不施肥, 用 CK 表示; ②施 NPK 化肥, 记作 NPK; ③施 NPK 化肥+2250 kg/hm² 稻草, 用 NPK+OM 表示; ④施 NPK 化肥+4500

kg/hm² 稻草, 用 NPK+2OM 表示。每处理重复 3 次, 随机区组排列设计。N、P₂O₅、K₂O 化肥用量分别为 180、75 和 150 kg/hm²。N 肥品种为尿素、P 肥为过磷酸钙、K 肥为氯化钾。化肥施用按当地常规施肥习惯, P 肥和 K 肥作基肥一次性施入, N 肥 40% 用作基肥,

①基金项目: 国家重点基础研究发展计划 (973 计划) (2005CB121107)、中国科学院知识创新工程 (KZCX3-SW-435) 共同资助。

* 通讯作者 (qliu@issas.ac.cn)

作者简介: 孙星 (1978—), 女, 江苏徐州人, 硕士研究生, 主要从事农田生态系统养分循环研究。E-mail: sunx@mail.issas.ac.cn

40% 用作分蘖（拔节）肥，20% 用作穗肥。试验小区面积为 5 m×4 m，小区之间用水泥板隔离。小区的耕作制度为小麦和水稻的一年两熟轮作制。稻草还田时间为每年的 10 月份，稻草秸秆经粉碎后，施于土壤。

试验 2：红壤性水稻土的秸秆还田试验开始于 1981 年，到目前为止定位试验已达 24 年之久。试验设有 3 个处理：①CK，不施肥，用 CK 表示；②施 NPK 化肥，用 NPK 表示；③施 NPK 化肥+4500 kg/hm² 稻草，用 NPK+OM 表示。每处理重复 3 次，随机区组排列设计。N、P₂O₅、K₂O 化肥用量分别为 204、105 和 180 kg/hm²。小区的耕作制度为早稻-晚稻-紫云英绿肥制。小区布置及其他农事操作同乌栅土的秸秆还田试验。

1.3 采样及测定方法

乌栅土采样时间为 2005 年 5 月 29 日，红壤性水稻土采样时间为 2005 年 7 月 25 日。在每个小区内沿“S”形路线随机选取 5 点，采表层土样（0~10 cm）后充分混匀，制成混合样品。样品经风干后，分别过 1 mm 和 0.25 mm 孔筛备用。土壤有机质、全 N、全 P、全 K、碱解 N、速效 P、速效 K 的测定均采用常规农化分析方法^[9]。土壤腐殖质组分 C，采用 M.

M. 科诺诺娃快速测定法。

1.4 统计方法

用 Excel 和 SPSS11.5 软件，分析土壤有机质、全 N、全 P 等指标的平均值、标准差以及检验显著性差异。

2 结果与分析

2.1 长期秸秆还田对土壤养分的影响

单施化肥和化肥与秸秆配施处理的养分较不施肥的对照处理 (CK) 有增加的趋势（表 2）。乌栅土单施化肥，土壤全 N 含量比 CK 增加了 9.9%；化肥与秸秆配施，土壤全 N 含量比 CK 分别增加了 17.2% 和 19.3%，表明单施化肥和化肥与秸秆配施可以显著提高土壤全 N 含量（p<0.05）。化肥与秸秆配施处理与单施化肥处理相比，土壤全 N 含量有所提高，但未达到显著水平。对红壤性水稻土而言，单施化肥和化肥与秸秆配施处理，土壤全 N 含量较 CK 分别提高了 4.8% 和 19.7%，单施化肥处理与 CK 差异未达显著性水平，而化肥与秸秆配施处理与 CK 及单施化肥处理存在显著性差异，表明化肥与秸秆配施可以明显提高红壤性水稻土的全 N 含量。

表 2 长期秸秆还田对土壤养分含量的影响
Table 2 Effect of long-term straw application on content of soil nutrients

土壤类型	处理	全 N (g/kg)	全 P (g/kg)	全 K (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	速效 P (mg/kg)	速效 K (mg/kg)
乌栅土	CK	2.03 b	0.68 b	14.41 a	184.08 a	3.16 b	102.33 b
	NPK	2.27 a	0.99 a	14.67 a	196.13 a	31.94 a	216.00 a
	NPK+OM	2.41 a	0.94 a	15.09 a	200.98 a	30.50 a	251.00 a
	NPK+2OM	2.47 a	0.95 a	15.73 a	204.69 a	24.53 a	251.50 a
红壤性水稻土	CK	2.17 b	0.42 c	9.82 a	202.84 b	1.82 c	49.5 b
	NPK	2.28 b	0.72 b	10.23 a	231.78 b	18.02 b	69.67 a
	NPK+OM	2.60 a	0.59 a	10.78 a	254.47 a	27.05 a	61.50 a

注：表中同列内字母不同表示差异显著（p<0.05），下同。

同样，单施化肥和化肥与秸秆配施可以明显提高土壤全 P 含量。乌栅土单施化肥，土壤全 P 含量比 CK 增加了 46.4%；化肥与秸秆配施，土壤全 P 含量比 CK 分别增加了 37.8% 和 39.1%。红壤性水稻土单施化肥，土壤全 P 含量比 CK 增加了 73.4%；化肥与秸秆配施，土壤全 P 含量比 CK 增加了 41.7%；3 种处理之间均存在显著性差异。无论乌栅土还是红壤性水稻土，单施化肥和化肥与秸秆配施处理，土壤全 K 含量有增加的趋势，但各处理之间的差异不显著，表明单施化肥和

化肥与秸秆配施均不能明显提高土壤全 K 含量。

化肥与秸秆配施下，土壤有效态养分也发生了明显变化。不管是乌栅土还是红壤性水稻土，化肥与秸秆配施或单施化肥均可显著提高土壤速效态养分含量。对乌栅土来说，化肥与秸秆配施和单施化肥土壤碱解 N 含量比 CK 分别增加了 11%、9% 和 7%；土壤速效 P 分别比 CK 增加 6.8 倍、8.7 倍和 9.1 倍；土壤速效 K 分别比 CK 增加了 1.4 倍、0.93 倍和 0.9 倍。红壤性水稻土也有类似结果，另外从土壤碱解 N 及土

壤速效 P 来看,对红壤性水稻土而言,单施化肥和化肥与秸秆配施处理之间存在显著性差异。这是因为两种土壤均属缺 P 土壤,CK 长期不施肥,P 被大量耗竭;而土壤母质 K 含量较高,虽经过 15 年和 24 年的耗竭,全 K 和速效 K 含量仍较高。从土壤养分看出,两种土壤全 N、碱解 N 含量基本相同以外,乌栅土其他土壤养分含量明显高于红壤性水稻土。

2.2 长期秸秆还田对土壤有机质的影响

经过十几年的连续实验表明,化肥与秸秆配施处理的有机质含量较 CK 和单施化肥处理有显著增加的趋势(表 3)。乌栅土单施化肥处理,土壤有机质含量比 CK 增加了 4.8%;化肥与秸秆配施处理,土壤有机质含量比 CK 分别增加了 21.0% 和 23.4%,表明单施化肥和化肥与秸秆配施可以明显提高土壤有机质含量;秸秆施用 4500 kg/hm² 与 2250 kg/hm² 相比,有机质虽没有显著性差异,但有增加的趋势。化肥与秸秆配施处理与单施化肥处理相比,土壤有机质含量分别增加了 15.8% 和 18.1%,统计上达到 P<0.05 显著性差异水平。与 1993 年结果相比^[10],12 年间,CK 有机质下降了 1.8 个百分点,年降低 0.15 个百分点;单施化肥处理下降了 1.1 个百分点,年降低 0.1 个百分点;而通过施化肥和秸秆配施,有机质显著增加,化肥与秸秆配施处理增加 11.5% 和 14.1%,年增加 1 ~ 1.17 个百分点。对红壤性水稻土而言,单施化肥与 CK 相比,土壤有机质没有明显差异。单施化肥和化肥与秸秆配施,土壤有机质含量较 CK 分别提高了 10.4%和 25.5%,与 CK 之间存在显著性差异。化肥与秸秆配施较单施化肥,有机质含量提高了 13.6%,与单施化肥之间存在显著性差异,表明化肥与秸秆配施可以明显提高红壤性水稻土的土壤有机质的积累。就两种土壤相比,红壤性水稻土的有机质的本底比乌栅土低,但经过 24 年的连续秸秆还田,化肥与秸秆配施处理有机质高于乌栅土 15 年连续的化肥与秸秆配施处理。这再

一次说明,无论是乌栅土壤还是红壤性水稻土,化肥与秸秆配施可以明显增加土壤中的有机质。

表 3 长期秸秆还田对土壤有机质含量的影响 (g/kg)

Table 3 Effect of long-term straw application on content of soil organic matter

土壤类型	处理	有机质	
		1993 年	2005 年
乌栅土	CK	37.2	35.40 b
	NPK	37.4	36.98 b
	NPK + OM	38.4	42.83 a
	NPK + 2OM	38.3	43.68 a
红壤性水稻土	CK	-	36.17 b
	NPK	-	39.93 b
	NPK + OM	-	45.37 a

注:1993 年数据引自文献[10]。

2.3 长期秸秆还田对土壤腐殖酸各组分 C 的影响

单施化肥和化肥与秸秆配施处理不仅增加土壤有机质含量,而且改变了土壤腐殖酸组分。各处理之间的腐殖酸 C、胡敏酸 C 和富里酸 C 均有明显增加(表 4)。乌栅土单施化肥处理,土壤腐殖酸 C 含量比 CK 增加了 31.3%;化肥与秸秆配施处理,土壤总腐殖酸 C 含量比 CK 分别增加了 42.7% 和 56.3%;化肥与秸秆配施处理比单施化肥处理腐殖酸 C 增加了 8.7% 和 19.1%。对红壤性水稻土而言,化肥与秸秆配施处理比 CK 腐殖酸增加了 41.5%,比单施化肥处理增加了 22.9%;单施化肥处理比 CK 土壤腐殖酸 C 含量增加了 15.1%。据统计分析,无论是乌栅土还是红壤性水稻土,各处理之间相比均具有显著性差异,表明化肥与秸秆配施可以明显增加土壤腐殖酸 C 含量。此外,对于两种土壤的胡敏酸 C,施肥处理比 CK 高,且化肥与秸秆配施处理又比单施化肥处理高。对乌栅土来说,化

表 4 长期秸秆还田对土壤腐殖酸各组分 C 的影响

Table 4 Effect of long-term straw application on fractions of carbon of humic acid

土壤类型	处理	腐殖酸 C	胡敏酸 C	富里酸 C	胡敏酸 C/腐殖酸 C	富里酸 C/腐殖酸 C	胡敏酸 C/富里酸 C
		(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(%)	(%)	
乌栅土	CK	1.92 d	0.85 d	1.07 c	44.3	55.7	0.79
	NPK	2.52 c	1.12 c	1.40 b	44.4	55.6	0.80
	NPK + OM	2.74 b	1.31 b	1.43 b	47.8	52.2	0.92
	NPK + 2OM	3.00 a	1.45 a	1.55 a	48.3	51.7	0.93
红壤性水稻土	CK	3.18 c	1.09 c	2.09 b	34.3	65.7	0.52
	NPK	3.66 b	1.27 b	2.39 b	34.7	65.3	0.53
	NPK + OM	4.50 a	1.63 a	2.87 a	36.2	63.8	0.57

肥与秸秆配施处理土壤胡敏酸 C 含量比 CK 增加了 54.1% 和 70.6%, 比单施化肥土壤增加了 16.9% 和 29.5%; 而红壤性水稻土, 化肥与秸秆配施处理比 CK 增加了 49.5%, 比单施化肥处理增加了 28.3%; 两种土壤各处理之间相比同样具有显著性差异。富里酸 C 的趋势与前两者大致相同, 长期的秸秆还田使乌栅土和红壤性水稻土的富里酸 C 明显增加。

从土壤腐殖质的组成来看, 两种土壤中胡敏酸与富里酸比值有增加的趋势, 故秸秆还田不仅提高了土壤腐殖质的含量, 而且提高了土壤腐殖质的品质。众所周知, 土壤腐殖质在改善土壤理化性状、保持土壤肥力、提高肥料利用率和促进植物生长等方面都具有重要的作用, 因此土壤腐殖质含量的提高与其品质的改善, 对实际的农业生产具有非常重要的意义。

3 讨论

为研究长期秸秆还田对南方水稻土土壤肥力的影响, 中国科学院常熟农业生态实验站和江西红壤研究所分别进行了长期秸秆还田定位试验。结果表明: 化肥与秸秆配施增加了乌栅土和红壤性水稻土的养分含量。自然条件下, 单施化学肥料(N肥), 养分的当季利用率只有 30% 左右^[11-12], 而 N 肥与秸秆配施后, 不仅促进了秸秆矿化, 增加了土壤养分, 而且肥料 N 利用率明显提高^[13]。这主要是由于, 秸秆还田的土壤中因具有高的 C/N, 诱导微生物 N 的固定, 提高土壤的含 N 量^[14-17]。因此, 化肥与秸秆配合施用是培肥土壤的有效途径之一。化肥与秸秆配施处理土壤全 P 含量低于单施化肥处理, 主要原因可能在于: 土壤腐殖质能与难溶性的 P 起反应, 增加了 P 的溶解度, 尤其在石灰性土壤中, P 常与 Ca 结合成不溶性的磷酸钙, 而当与腐殖质作用后, 能生成可溶性的磷酸氢钙, 增加了 P 的有效性, 易被作物吸收利用而移走^[18]。

长期施用秸秆能够明显提高土壤有机质含量, 增加土壤肥力, 进而有利于土壤的可持续利用^[19]。因为作物秸秆富含纤维素、木质素等富 C 物质, 它是形成土壤有机质的主要来源。秸秆分解释放 CO₂, 形成土壤微生物体、固持或矿化释放无机 N, 最终形成土壤有机质^[20-25]。无论是乌栅土还是红壤性水稻土, 单施化肥和化肥与秸秆配施均可以明显提高土壤有机质含量, 化肥与秸秆配施增加效果更显著; 再者, 秸秆与化肥配施, 改变了土壤腐殖酸组分, 胡敏酸与富里酸的比例比单施化肥土壤明显提高, 表明秸秆还田后土壤腐殖质品质得以显著改善。众多文献表明, 腐殖质中胡敏酸比例越高, 腐殖质品质越好^[26]。另外, 虽然

秸秆增施 1 倍土壤有机质没有显著性增加, 但是土壤各腐殖质组分却显著性增加, 这进一步表明, 秸秆还田可以明显提高土壤腐殖质品质。此外, 乌栅土的富里酸 C 占总腐殖酸 C 的百分数明显低于红壤性水稻土的富里酸 C 占总腐殖酸 C 的百分数, 表明北方土壤中的腐殖质以胡敏酸为主, 而南方土壤中的腐殖质则以富里酸为主^[27]。

通过上述研究, 笔者认为: 秸秆还田可以有效保持农田系统内部的物质、能量的良性循环, 以维持作物高产, 减轻作物对外部能量、物质的依赖, 形成一个稳定的、自循环程度较高的生产系统, 有利于农业的可持续发展。尽管国内外在秸秆还田的研究方面取得了较大进展, 但长期施用秸秆下土壤肥力的演变规律、环境效应等方面值得深入研究。

参考文献:

- [1] 江永红, 宇振荣, 马永良. 秸秆还田对农田生态系统及作物生长的影响. 土壤通报, 2001, 32(5): 209-213
- [2] 刘巽浩, 王爱玲, 高旺盛. 实行作物秸秆还田 促进农业可持续发展. 作物杂志, 1998, 67(5): 1-5
- [3] 汪建飞, 邢素芝. 农田土壤施用化肥的负效应及其防治对策. 农业环境保护, 1998, 17(1): 40-43
- [4] 王志明, 朱培立, 黄东迈, 刘海琴. 秸秆碳的田间原位分解和微生物碳的周转特征. 土壤学报, 2003, 40 (3): 446-453
- [5] 劳秀荣, 孙伟红, 王真, 郝艳如, 张昌爱. 秸秆还田与化肥配合施用对土壤肥力的影响. 土壤学报, 2003, 40 (4): 618-623
- [6] 王振忠, 吴敬民, 陈留根, 朱普平. 稻麦两熟地区秸秆全量直接还田施肥技术的增产培肥效果. 江苏农业学报, 2003, 19 (3): 151-156
- [7] 李孝勇, 武际, 朱宏斌, 王允春. 秸秆还田对作物产量及土壤养分的影响. 安徽农业科学, 2003, 31 (5): 870-871
- [8] 蔡晓布, 钱成, 张永青, 薛会英, 陈芝兰, 普琼. 秸秆还田对西藏中部退化土壤环境的影响. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(4): 411-415
- [9] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 2000
- [10] 曹志洪, 朱永官, 廖海秋, 吴留松. 苏南稻麦两熟制下土壤养分平衡与培肥的长期试验. 土壤, 1995, 27(2): 60-63
- [11] 谷洁, 高华. 提高化肥利用率技术创新展望. 农业工程学报, 2000, 16(2): 17-20
- [12] Zhou JB, Xi JG, Chen ZJ, Li SX. Leaching and transformation of nitrogen fertilizers in soil after application of N with irrigation: A soil column method. Pedosphere, 2006, 16(2): 245-252
- [13] 张亚丽, 张娟, 沈其荣, 王金川. 秸秆生物有机肥的施用对土壤供氮能力的影响. 应用生态报, 2002, 13(12): 1575-1578
- [14] Gaunt JL, Neue HU, Cassman KG, Olk DC, Arah JRM, Witts C,

- Ottow JCG, Grant IF. Microbial biomass and organic matter turnover in wetland rice soils. *Biol. Fertil. Soils*, 1995, 9: 333–342
- [15] Shibahara F, Inubushi K. Effects of organic matter application on microbial biomass and available nutrients in various types of paddy soils. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 1997, 43: 191–203
- [16] Shibahara F, Inubushi K. Measurement of microbial biomass C and N in paddy soils by the fumigation-extraction method. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 1995, 46: 681–689
- [17] Thomsen IK. Turnover of ^{15}N -straw and NH_4NO_3 in a sandy loam soil: Effect of straw disposal and N fertilization. *Soil Biology and Biochemistry*. 1993, 25: 1561–1566
- [18] 杨春文. 腐殖质与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 的络合作用及其在农业中的应用. *西北民族大学学报*, 2003, 24(3): 67–73
- [19] 陈芝兰, 张涪平, 蔡晓布, 何建清, 彭岳林. 秸秆还田对西藏中部退化农田土壤微生物的影响. *土壤学报*, 2005, 42 (4) : 696–699
- [20] 周卫军, 王凯荣, 刘鑫. 有机物循环对红壤稻田土壤 N 矿化的影响. *生态学杂志*, 2004, 23(1): 39–43
- [21] 高宗, 刘杏兰, 刘存寿, 司立征. 长期施肥对关中壤土肥力和作物产量的影响. *西北农业学报*, 1992, 1(3) : 65–68
- [22] Govi M, Francioso O, Ciavatta C. Influence of long-term residue and fertilizer applications on soil humic substances: A study by electrofocusing. *Soil Science*, 1992, 154 (1): 8–13
- [23] Sommerfeldt TG, Chang G, Entz T. Long-term annual applications increase soil organic matter and nitrogen and decrease carbon to nitrogen ratio. *Soil Science Society of America Journal*, 1988, 52(6) : 1668–1672
- [24] 薛坚, 赵秉强. 秸秆趋势还田的定位研究. *土壤肥料*, 1993(2) : 27–28
- [25] 吕彪, 秦嘉海, 赵芸晨. 麦秸覆盖对盐渍土肥力及作物产量的影响. *土壤*, 2005, 37(1) : 52–55
- [26] 赖庆旺, 黄庆海, 李茶苟, 熊春桂. 无机肥连施对红壤性水稻土有机质消长的影响. *土壤肥料*, 1991(1) : 4–7
- [27] 史吉平, 张夫道, 林葆. 长期定位施肥对土壤腐殖质含量的影响. *土壤肥料*, 2002, 22 (1): 15–19

Effect of Long-Term Straw Application on Soil Fertility

SUN Xing^{1,2}, LIU Qin¹, WANG De-jian¹, ZHANG Bin¹

(1 *Institute of soil science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China;*

2 *Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)*

Abstract: Since the 1980s, long term field experiments have been carried on to study effect of straw application on soil fertility in Changshu (Jiangsu Province) and Red Soil Institute (Jiangxi Province), separately. Results showed that total nitrogen, total phosphorus, readily available phosphorus and readily available potassium in the treatment of chemical fertilizer plus straw were significantly increased compared with CK (no fertilization) in both Wu Shan soil and red paddy soil and with the treatment of chemical fertilizer alone in red paddy soil ($P < 0.05$). Likewise, the content of organic matter of the chemical fertilizer plus straw treatment in the two soils was higher than that of the treatment of chemical fertilizer. Moreover, fractionation analysis of humus also revealed that humic acid carbon, and HAC/FAC ratio was significantly increased, suggesting that the quality of organic matter in the soils was significantly improved. In conclusion, soil fertility could be improved through application of chemical fertilizer plus straw in Wu Shan soil and red paddy soil.

Key words: Straw application, Soil fertility, Total nitrogen, Organic matter