

曲靖市耕地土壤有机质状况^①

杜东英¹, 王劲松¹, 刘建香², 赵会玉¹, 顾朝令¹, 雷 勇¹, 雷素芬³, 郭云周^{2*}

(1 云南省曲靖市土壤肥料工作站, 云南曲靖 655000; 2 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 昆明 650200;

3 云南省曲靖市富源县农业技术推广中心, 云南富源 655500)

摘 要: 2006—2011 年, 采集曲靖市耕地 12 个土类 13 171 个土壤样品, 进行有机质测定, 了解曲靖市耕地土壤有机质状况。结果表明, 与第二次土壤普查结果相比, 曲靖市耕地不同土类土壤有机质有升有降。其中, 赤红壤、水稻土、紫色土、冲积土和燥红土有机质平均含量分别升高 13.0%、16.8%、19.5%、52.5% 和 222.4%; 而草甸土、黄壤、红壤、石灰(岩)土、黄棕壤、棕壤和沼泽土平均含量则分别降低了 6.2%、17.7%、19.6%、32.3%、36.0%、42.9% 和 74.1%。从面积上来看, 80.8% 的旱作耕地土壤有机质平均含量低于第二次土壤普查结果, 这意味着曲靖市旱作耕地土壤质量有所退化。耕地土壤管理中需加强绿肥生产利用、秸秆还田, 提升土壤有机质。

关键词: 曲靖; 耕地土壤; 有机质

中图分类号: S153.6+21

土壤有机质是耕地地力最重要的性状之一, 被认为是土壤质量和功能的核心^[1], 由活性土壤有机质、惰性组分和慢性组分 3 部分构成, 活性土壤有机质包括活的生物体、称为颗粒有机质的细小微粒、大多数的多糖及其他一些非腐殖质物质; 惰性组分包括在土中存在成百上千年的非常稳定的物质, 如以黏粒—腐殖质复合体形式存在的腐殖质、所有的胡敏素和大多数胡敏酸; 慢性组分包括非常细小的植物组织、大量的木质素和其他分解缓慢并化学上较稳定的成分。其中, 惰性组分和土壤腐殖质的胶体特性密切相关, 并对土壤的 CEC 和田间持水量起决定作用, 而慢性组分是矿化氮和其他养分的重要来源, 并为土壤微生物提供充足的养料^[2]。土壤有机质具有胶体特性, 能吸附较多的阳离子, 因而使土壤具有保肥性、保水性、耕性、缓冲性和通气状况^[3], 土壤有机质(碳)的增加, 不仅可以激发土壤微生物的活动, 增强土壤的生物活性, 提高土壤养分的生物有效性, 还能使土壤疏松, 从而协调土壤的“三相”比例, 改善土壤物理性状和保水保肥性能^[4]。土壤肥力高低不仅受土壤养分、植物的吸收能力和植物生长的环境条件各因子的独立作用, 更重要取决于各因子的协调程度^[5]。土壤肥力尚无直接度量的指标, 但一般认为土壤有机质能大体

反映土壤的肥力水平^[6]。以往农业发展诱发了对土壤肥力和土壤质量的破坏和退化现象, 但高投入高产出的经营将是我国农业的长期趋势, 保持土壤碳库稳定增长不但是控制全球气候变化努力的需要, 更是保障我国农业高产和粮食安全的需要^[7]。土壤有机质对作物生长所具有的直接作用和间接作用是客观存在的^[1-2]。由于土壤有机质与土壤肥力、农产品可持续生产和全球气候变化的密切关系, 因此, 土壤有机质一直是国内外土壤学研究领域的重点, 土壤固碳潜力, 碳库消长, 温室气体排放与调控^[8-15], 土壤碳库模型^[16], 土壤有机质的分组、转化过程及其效应^[17-19], 土壤活性有机质, 土壤微生物生物量及微生物量碳^[20]等则是当今研究热点。国内缺乏大范围、高密度的耕地土壤有机质定点定期监测数据, 近年的测土配方施肥行动一定程度上弥补了这一缺憾, 有利于耕地质量管理和建设、国家粮食安全以及耕地温室气体排放研究。

1 材料与方法

1.1 土样采集

2006—2011 年曲靖全市 9 县(市、区)根据耕地土壤类型、作物布局, 按照《测土配方施肥技术规程》

①基金项目: 公益性行业专项(201103005)、测土配方施肥项目、土壤有机质提升补贴项目资助。

* 通讯作者(gyzhou3959@sina.com)

作者简介: 杜东英(1969—), 女, 云南东川人, 高级农艺师, 主要从事土壤肥料研究与推广。E-mail: dudongying999@163.com

要求并参考第二次土壤普查采样点,确定测土配方施肥采样点位,平坝区每 33 ~ 40 hm² 取一个混合土样,丘陵区或山区每 13 hm² 左右取一个混合土样,蔬菜地、花卉地每 6 ~ 7 hm² 取一个混合土样,采样深度为 0 ~ 20 cm(约三分之一的采样点与第二次土壤普查采样点吻合,面积基本一致)。共采集耕地土壤样品 13 171 个,涉及 12 个土类。

1.2 测定方法

土壤有机质采用油溶-重铬酸钾氧化法(容量法)测定,按 NY/T1121.6-2006 进行操作,与第二次土壤普查测定方法一致。

1.3 数据分析

采用 Excel 2003 进行相关数据的统计分析。

2 结果与分析

2.1 曲靖耕地的土类有机质变化

从表 1 可看出,当前,曲靖市 9 个县(市、区)12 个土类的耕地土壤有机质平均含量与第二次土壤普查结果相比,赤红壤、水稻土、紫色土、冲积土和燥红土分别升高了 13.0%、16.8%、19.5%、52.5% 和 222.4%,冲积土和燥红土升高幅度较大;而草甸土、黄壤、红壤、石灰(岩)土、黄棕壤、棕壤和沼泽土分别降低了 6.2%、17.7%、19.6%、32.3%、36.0%、42.9% 和 74.1%。3 347 个水稻土样品中,有机质高于第二次土壤普查平均值的共 2 058 个,占 61.5%;持平的 9 个,占 0.3%;低于第二次土壤普查平均值的共 1 280 个,占 38.2%。9 824 个旱地土壤样品中,有机质高于第二次土壤普查同土类平均值的共 2 693 个,占 27.4%;持平的 14 个,占 0.1%;低于第二次土壤普

查同土类平均值的共 7 117 个,占 72.5%。其中,75 个赤红壤样品,有机质高于普查值(第二次土壤普查平均值的简称,下同)的共 39 个,占 52.0%;持平的 1 个,占 1.3%;低于普查值的共 35 个,占 46.7%。721 个紫色土样品,有机质高于普查值的共 413 个,占 57.3%;持平的 2 个,占 0.3%;低于普查值的共 306 个,占 42.4%。540 个冲积土样品,有机质高于普查值的共 433 个,占 80.2%;持平的 1 个,占 0.2%;低于普查值的共 106 个,占 19.6%。7 个燥红土样品,有机质均高于第二次土壤普查平均值。205 个草甸土样品,有机质高于普查值的共 64 个,占 31.2%;低于普查值的共 141 个,占 68.8%。559 个黄壤样品,有机质高于普查值的共 115 个,占 20.6%;低于普查值的共 444 个,占 79.4%。6 794 个红壤样品,有机质高于普查值的共 1 569 个,占 23.1%;持平的 9 个,占 0.1%;低于普查值的共 5 216 个,占 76.8%。74 个石灰(岩)土样品,有机质高于普查值的共 5 个,占 6.8%;低于普查值的共 69 个,占 93.2%。448 个黄棕壤样品,有机质高于普查值的共 35 个,占 7.8%;持平的 1 个,占 0.2%;低于普查值的共 412 个,占 92.0%。334 个棕壤样品,有机质高于普查值的共 13 个,占 3.9%;低于普查值的共 321 个,占 96.1%。67 个沼泽土样品,有机质均低于第二次土壤普查平均值。第二次土壤普查以后,生产上通过大力发展绿肥、积造有机肥、重点培肥、改良低产土壤(或低有机质含量土壤),使低产土类的土壤有机质得以提升;而高有机质含量土壤的培肥则相对不够,加之生产利用强度加大,且普遍覆盖地膜,导致有机质含量大幅降低。

表 1 曲靖市不同土类耕地土壤有机质含量变化情况
Table 1 Content changes of cultivated soil organic matter of different soil groups in Qujing

土类	面积 (万 hm ²)	主要种植制度	施肥水平 (N : P ₂ O ₅ : K ₂ O, kg/hm ²)	当前		第二次土壤普查		增减 (%)
				样本数	平均值 (g/kg)	样本数	平均值 (g/kg)	
燥红土	0.09	玉米-小麦	300:120:24	7	34.5	10	10.7	222.4
冲积土	2.85	烤烟(玉米、马铃薯)-麦类(休闲)	(90~300):(75~150):(60~180)	540	40.1	283	26.3	52.5
紫色土	5.31	烤烟(玉米、马铃薯)-休闲	(90~315):(75~150):(60~180)	721	36.1	474	30.2	19.5
赤红壤	0.25	玉米(生姜)-蔬菜	(150~375):(60~150):(60~150)	75	39.0	26	34.5	13.0
水稻土	12.53	水稻-蚕豆(油菜)	(120~240):(60~120):(75~120)	3 347	41.0	2 126	35.1	16.8
草甸土	0.46	烤烟(玉米、蔬菜)-小麦(油菜、蔬菜)	(90~300):(60~150):(60~180)	205	43.6	61	46.5	-6.2
红壤	26.68	烤烟(玉米、马铃薯)-麦类 (绿肥、休闲)	(90~375):(75~90):(90~180)	6 794	39.7	2 393	49.4	-19.6
黄壤	2.66	烤烟(玉米)-小麦(油菜、绿肥)	(90~300):(60~150):(60~180)	559	43.8	209	53.2	-17.7
石灰土	1.44	烤烟(玉米)-油菜	(90~300):(90~150):(60~240)	74	47.6	147	70.3	-32.3
黄棕壤	2.00	马铃薯(玉米)-休闲	(150~300):(60~120):(60~150)	448	49.2	173	76.9	-36.0
棕壤	2.35	马铃薯-休闲(绿肥)	150:75:120	334	56.9	130	99.6	-42.9
沼泽土	0.25	玉米(马铃薯)-麦类(休闲)	(150~270):(75~135):(60~135)	67	43.5	34	167.7	-74.1

2.2 曲靖耕地土壤有机质变化的面积状况

当前,曲靖市耕地土壤有机质平均含量低于第二次土壤普查结果的有红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、石灰(岩)土、草甸土和沼泽土,其面积为 35.84 万 hm^2 ,占曲靖全市耕地总面积的 63.0%,占旱作土壤面积的 80.8%。其中,红壤耕地面积 26.68 万 hm^2 ,占全市耕地面积 46.9%,占旱作土壤面积的 60.2%。除水稻土以外,有机质平均含量高于第二次土壤普查结果的赤红壤、紫色土、冲积土和燥红土,其面积为 8.50 万 hm^2 ,仅占曲靖全市耕地总面积的 14.9%,占旱作土壤面积的 19.2%。由此看来,第二次土壤普查以来,曲靖市约八成旱作土壤质量有所退化。

2.3 曲靖耕地土壤有机质变化与施肥的关系

1982 年,曲靖基本普及化肥施用,有机、无机肥配合施用为基本特点。之后,化肥用量不断增加,有机肥用量持续增长,到 1993 年以后有机肥用量逐年下降。据曲靖市农业局调查资料,1982—1992 年间,化肥、有机肥用量持续增长,化肥用量(纯量)从 118.2 kg/hm^2 增加到 246.0 kg/hm^2 ,增长 1.08 倍;有机肥用量(折合养分量)从 253.5 kg/hm^2 增加到 559.5 kg/hm^2 ,增长 1.2 倍;有机肥提供的养分占 69.46%,化肥提供的养分只占 30.54%,有机肥仍占主导地位。1992—2005 年,全市化肥用量继续增长,从 246.0 kg/hm^2 增加到 283.5 kg/hm^2 。1993—1994 年,

有机肥平均用量为实物量 31 080 kg/hm^2 ,折合养分量 339 kg/hm^2 。至 2005 年,有机肥用量明显下降,实物量已低于 18 000 kg/hm^2 ,折合养分量不到 195 kg/hm^2 ,有机肥提供的养分下降到 30% 以下。此外,伴随着化肥用量的增加,烟草、玉米等主要旱地作物普遍采用地膜覆盖,2010 年全市地膜用量 1.82 万 t (覆盖面积 20.3 万 hm^2),比 1991 增加了 165.9%;2013 年全市地膜用量 2.14 万 t (覆盖面积 23.1 万 hm^2),比 1991 增加了 213.0%。而研究证明,地膜覆盖虽升高土温、保持水分、提高作物产量,但加速土壤有机质矿化,致理化性状变劣^[21-24]。由此可见,化肥用量持续快速增加、有机肥用量减少以及覆盖地膜,是曲靖耕地土壤有机质降低的主要成因。

2.4 曲靖市化肥施用与耕地的产出状况

从表 2 可看出,1980—2013 年,曲靖市化肥实物总用量由 47 470 t 增加到 372 799 t ,增加了 6.85 倍;纯氮总量由 33 907 t 增加到 173 979 t ,增加了 4.13 倍;单位面积化肥实物用量由 100.7 kg/hm^2 增加到 325.5 kg/hm^2 ,增加了 2.23 倍;平均施氮量由 71.9 kg/hm^2 增加到 151.9 kg/hm^2 ,增加了 1.11 倍;粮食单产由 3 122.4 kg/hm^2 增加到 4 743.5 kg/hm^2 ,增加了 51.9%,粮食单产缓慢增加与化肥用量成倍增长之间形成较大反差。这首先表明肥料效率低下,其次间接说明曲靖耕地土壤质量状况不利于肥料高效。

表 2 曲靖市化肥施用与粮食单产情况
Table 2 Information of chemical fertilizer application and grain output per hectare in Qujing

年度	化肥实物总用量 (t)	化肥实物平均用量 (kg/hm^2)	纯氮总用量 (t)	平均施氮量 (kg/hm^2)	粮食单产 (kg/hm^2)
1980	47 470	100.7	33 907	71.9	3 122.4
1985	70 086	136.9	48 004	93.7	3 568.5
1990	107 276	177.2	64 375	106.3	3 565.4
1995	169 757	242.7	89 400	127.8	3 938.4
2000	186 133	244.4	104 686	137.4	3 620.0
2005	229 350	283.9	114 461	141.7	4 117.2
2010	305 115	308.1	150 440	151.9	4 391.9
2013	372 799	325.5	173 979	151.9	4 743.5

3 讨论

3.1 耕地土壤有机质含量关乎粮食安全

尽管未见曲靖土壤有机质含量水平及其对应粮食单产方面的报道,但国内相关研究结果有借鉴意义。潘根兴等^[1]指出,我国一些粮食主产区,年平均粮食单产水平与其耕地土壤的平均有机质水平有密切的关系,在北方旱作区,0.1% 的有机质相当于 0.8 t/hm^2 的粮食生产地力,单产中耕地地力贡献占 50%~65%;

而南方稻区,0.1% 的有机质相当于 0.6 t/hm^2 的粮食生产地力,单产中耕地地力贡献占 50%~60%,表明在区域和农田尺度上,地力贡献率在单位面积的耕地粮食生产能力中仍然占主导因素,即粮食生产的根本是耕地,中心是地力,关键是有机质。曲靖八成旱作土壤有机质降低,如不及时扭转,将会影响曲靖粮食可持续生产能力。

3.2 耕地土壤有机质含量关乎化肥肥效

一般而言,土壤肥力水平是决定肥料利用率高低

的基本因素,在土壤肥力水平较低时,得到高的肥料利用率和农学效率的几率大,在高肥力土壤上得到高的肥料利用率和农学效率的几率较小^[25]。20 世纪 90 年代,我国化肥工业迅速崛起,加之种粮效益低,积造农家肥费工、费力,广大农民逐渐放弃了施用有机肥的传统,更愿意施用化肥,大量施用化肥导致耕地地力衰退,农产品品质下降,施肥效益递减^[26]。朱兆良^[27]据统计资料估算,20 世纪 90 年代中期,我国农业生产中氮肥的当季表观利用率约为 30%~35%;张福锁等^[25]对我国粮食主产区 2001—2005 年 1 333 组田间试验结果分析发现,不同地区水稻、小麦和玉米氮肥利用率变异范围分别为 27.1%~35.6%、10.8%~40.5% 和 25.6%~26.3%,但三大作物 60% 以上的样本氮肥利用率小于 30%。说明我国农业生产中,施肥不合理、土壤质量低、养分损失未能有效阻控等致使化肥的肥效在降低。

3.3 耕地土壤有机质含量关乎生态环境健康

从 1980 年起,中国化肥施用量以年均 4% 的速度增长,至 21 世纪初,中国已成为世界上最大的化肥生产国和消费国,尽管耕地面积只占世界耕地面积总量的 7%,但中国的化肥施用量却接近世界总量的 1/3,由于化肥利用率较低,氮肥通过挥发、淋溶和径流等途径损失数量巨大,以中国每年施用纯氮约 2 100 万 t、以平均损失 45% 计算,每年损失的氮素高达 945 万 t,相当于 2 050 多万 t 尿素,化肥的大量损失已经引起一系列环境问题^[28]。此外,据统计我国仅来自农业内部的基本资源(主要包括秸秆类、绿肥类、粪尿类、饼肥类)每年就高达 40 亿 t,可提供粗有机物 7.08 亿 t,氮磷钾养分 5 316 万 t (N 为 2 176 万 t, P₂O₅ 为 870 万 t, K₂O 为 2 270 万 t),但实际用于农业的有机肥料数量折合养分约为 1 800 万 t 左右,仅占资源总量约 34%,占农田养分投入总量的约 30%,未被利用的部分成为环境的重要污染源^[29]。土壤有机质含量低、品质差导致土壤保肥性能低下,是造成氮肥损失和环境灾难的重要原因之一。大量农作物秸秆废弃不用,耕地土壤却亟待滋养,这是当今农业急需解决的问题。

3.4 耕地土壤有机质提升途径

许多长期定位试验结果表明,单施有机肥、有机无机肥配施或氮磷钾化肥配施,均可不同程度增加土壤有机质含量,但单施氮肥、磷肥或磷钾肥配施,以及长期不施用任何肥料,耕地土壤有机质下降^[30-38]。总的来说,长期施肥改变土壤有机质含量,施用有机肥是增加耕地土壤有机质的重要措施。从培肥耕地土壤以及粮经作物高产稳产的角度来说,有机无机肥配

合施用,是最为理想的施肥方式。由于不同地域的实际情况千差万别,因地制宜地发展绿肥、秸秆还田、商品有机肥施用都有利于提高耕地土壤有机质,也是我国传统有机农业与现代石化农业相结合的必然选择。曲靖市冬春干旱,冻害时有发生,适宜发展绿肥生产利用,改良旱作耕地,提高粮经作物产量和收益^[39-44]。

4 结论

近 30 年来,曲靖市耕地土壤 12 个土类中,赤红壤、水稻土、紫色土、冲积土和燥红土 5 个土类土壤有机质平均含量比第二次土壤普查时分别升高了 13.0%、16.8%、19.5%、52.5% 和 222.4%,其面积占全市耕地 37.0%。而草甸土、黄壤、红壤、石灰(岩)土、黄棕壤、棕壤和沼泽土 7 个土类土壤有机质平均含量比第二次土壤普查时分别降低了 6.2%、17.7%、19.6%、32.3%、36.0%、42.9% 和 74.1%,其面积占全市耕地面积的 63.0%,占旱作耕地面积的 80.8%,即全市约八成旱作土壤有所退化。

曲靖旱作土壤有机质降低与近年化肥施用不尽合理、有机肥用量大幅减少以及地膜覆盖关系密切。耕地土壤管理中,需加强绿肥生产利用、秸秆还田等耕地培肥措施,保障粮经作物生产可持续发展。

参考文献:

- [1] 潘根兴,赵其国.我国农田土壤碳库演变研究:全球变化和国家粮食安全[J].地球科学进展,2005,20(4):384-393
- [2] 宋春雨,张兴义,刘晓冰,高崇升.土壤有机质对土壤肥力与作物生产力的影响[J].农业系统科学与综合研究,2008,24(3):357-362
- [3] 杨瑞吉,杨祁峰,牛俊义.表征土壤肥力主要指标的研究进展[J].甘肃农业大学学报,2004(1):86-91
- [4] 李宏图,罗建新,彭德元,燕慧,袁雅威,赵莉.绿肥翻压还土的生态效应及其对土壤主要物理性状的影响[J].中国农学通报,2013,29(5):172-175
- [5] 颜雄,张杨珠,刘晶.土壤肥力质量评价的研究进展[J].湖南农业科学,2008(5):82-85
- [6] 黄鸿翔.我国土壤资源现状、问题及对策[J].土壤肥料,2005(1):3-6
- [7] 赵生才.我国农田土壤碳库演变机制及发展趋势—第 236 次香山科学会议侧记[J].地球科学进展,2005,20(5):587-590
- [8] 郑聚锋,程琨,潘根兴,Smith P,李恋卿,张旭辉,郑金伟,韩晓君,杜彦玲.关于中国土壤碳库及固碳潜力研究的若干问题[J].科学通报,2011,56(26):2 162-2 173
- [9] 刘留辉,邢世和,高承芳,崔纪超,魏多落,胡争辉,卢超.国内外土壤碳储量研究进展和存在问题及展望[J].土壤通报,2009,40(3):697-701

- [10] 刘燕萍, 高人, 杨玉盛, 尹云锋, 马红亮, 薛丽佳. 黑碳添加对土壤有机碳矿化的影响[J]. 土壤, 2011, 43(5): 763-768
- [11] 高崇升, 王建国. 黑土农田土壤有机碳演变研究进展[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(6): 1 468-1 474
- [12] 潘剑君, 郝珖存, 孟静娟. 中国土壤有机碳分解特征研究初报[J]. 土壤, 2011, 43(4): 505-514
- [13] 席雪飞, 王磊, 贾建伟, 唐玉姝. 全球环境变化对土壤有机碳库影响的研究进展[J]. 四川环境, 2010, 29(1): 115-120
- [14] 崔永琴, 马剑英, 刘小宁, 段争虎. 人类活动对土壤有机碳库的影响研究进展[J]. 中国沙漠, 2011, 31(2): 407-414
- [15] 任军, 郭金瑞, 边秀芝, 闫孝贡, 刘钊剑, 吴景贵. 土壤有机碳研究进展[J]. 中国土壤与肥料, 2009(6): 1-7, 27
- [16] 苑韶峰, 杨丽霞. 土壤有机碳库及其模型研究进展[J]. 土壤通报, 2010, 41(3): 738-743
- [17] 武天云, Jeff JS, 李凤民, 钱佩源, 张树清, Sukhadev SM, 王方. 土壤有机质概念和分组技术研究进展[J]. 应用生态学报, 2004, 15(4): 717-722
- [18] 王青贺, 董培博, 吉凡, 王开爽. 高产农田土壤有机质特征研究进展[J]. 安徽农学通报, 2012, 18(11): 101-103
- [19] 张国, 曹志平, 胡婵娟. 土壤有机碳分组方法及其在农田生态系统研究中的应用[J]. 应用生态学报, 2011, 22(7): 1 921-1 930
- [20] 吴小丹, 蔡立湘, 鲁艳红, 郑圣先. 土壤活性有机质的研究现状与展望[J]. 湖南农业科学, 2009(3): 39-42
- [21] 邢恩荣. 地膜覆盖对土壤及玉米产量的影响[J]. 土壤, 1988, 20(3): 156-157
- [22] 刘金城, 杨晶秋, 白成云. 地膜覆盖下土壤有机质的分解与积累[J]. 华北农学报, 1991, 6(1): 99-104
- [23] 魏成熙, 蒲通达, 孙贵恒, 杨宏敏. 玉米覆膜栽培对土壤有机质和产量的影响[J]. 耕作与栽培, 1997(4): 40-42
- [24] 杜社妮, 白岗栓. 玉米地膜覆盖的土壤环境效应[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(5): 56-59
- [25] 张福锁, 王激清, 张卫峰, 崔振岭, 马文奇, 陈新平, 江荣风. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924
- [26] 杨帆, 李荣, 崔勇, 段英华. 我国有机肥资源利用现状与发展建议[J]. 中国土壤与肥料, 2010(4): 77-82
- [27] 朱兆良. 氮素管理与粮食生产和环境[J]. 土壤学报, 2002, 39(增刊): 3-11
- [28] 闫湘, 金继运, 何萍, 梁鸣早. 提高肥料利用率技术研究进展[J]. 中国农业科学, 2008, 41(2): 450-459
- [29] 金继运. 我国肥料资源利用中存在的问题及对策建议[J]. 中国农技推广, 2005(11): 4-6
- [30] 曾木祥, 金维续, 姚源喜, 杨延蕃. 从长期定位试验看有机-无机肥料配合施用的优越性[J]. 土壤肥料, 1992(1): 1-6
- [31] 史吉平, 张夫道, 林葆. 长期施肥对土壤有机质及生物学特性的影响[J]. 土壤肥料, 1998(3): 7-11
- [32] 古巧珍, 杨学云, 孙本华, 马路军, 同延安, 赵秉强, 张夫道. 长期定位施肥对壤土耕层土壤养分和土地生产力的影响[J]. 西北农业学报, 2004, 13(3): 121-125
- [33] 李秀英, 赵秉强, 李絮花, 李燕婷, 孙瑞莲, 朱鲁生, 徐晶, 王丽霞, 李小平, 张夫道. 不同施肥制度对土壤微生物的影响及其与土壤肥力的关系[J]. 中国农业科学, 2005, 38(8): 1 591-1 599
- [34] 戴茨华, 王劲松, 代平. 红壤旱地长期试验肥力演变及效应研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(5): 1 051-1 056
- [35] 张继光, 秦江涛, 要文倩, 周睿, 张斌. 长期施肥对红壤旱地土壤活性有机碳和酶活性的影响[J]. 土壤, 2010, 42(3): 364-371
- [36] 龚伟, 颜晓元, 王景燕. 长期施肥对土壤肥力的影响[J]. 土壤, 2011, 43(3): 336-342
- [37] 张亚丽, 吕家珑, 金继运, 李书田, 陈占全, 高旭升. 施肥和秸秆还田对土壤肥力质量及春小麦品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(2): 307-314
- [38] 赵晶, 孟庆峰, 周连仁, 孙宇婷, 马献发. 长期施用有机肥对草甸碱土土壤酶活性及养分特征的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2014(2): 23-26, 34
- [39] 官会林, 郭云周, 张云峰, 刘建香, 尹小怀, 罗余红. 不同复种模式对云南植烟红壤根区有机碳和微生物量碳的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(1): 133-138
- [40] 郭云周, 尹小怀, 王劲松, 雷素芬, 戴茨华, 温三明, 杜东英, 刘建香. 翻压等量绿肥和化肥减量对红壤旱地烤烟产量产值的影响[J]. 云南农业大学学报, 2010, 25(6): 811-816
- [41] 陈晓波, 官会林, 郭云周, 洪丽芳, 任石所, 曹卫东. 绿肥翻压对烟地红壤微生物及土壤养分的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2011(4): 74-78
- [42] 杜东英, 王劲松, 郭云周, 刘建香, 周外森, 陈建林. 曲靖市土壤有机质提升技术—光叶紫花苕种植及还田技术[J]. 云南农业科技, 2010(4): 29-31
- [43] 杜东英, 王劲松, 郭云周, 刘建香, 周外森, 陈建林. 曲靖市土壤有机质提升技术—蓝花子种植及还田技术[J]. 云南农业科技, 2011(1): 45-46
- [44] 郭云周, 尹小怀, 雷素芬, 温三明, 赵德柱, 张永党, 刘建香. 等氮条件下烟草化肥绿肥合理配施初探[J]. 西南农业学报, 2010, 23(6): 1 930-1 934

Contents of Soil Organic Matter of Cultivated Soils in Qujing

DU Dong-ying¹, WANG Jin-song¹, LIU Jian-xiang², ZHAO Hui-yu¹,
GU Chao-ling¹, LEI Yong¹, LEI Su-fen³, GUO Yun-zhou^{2*}

(1 *Qujing Soil & Fertilizer Station, Qujing, Yunnan 655000, China*; 2 *Agricultural Environment and Resource Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650200, China*; 3 *Fuyuan Agro-Technology Extension Center, Fuyuan, Yunnan 655500, China*)

Abstract: In order to investigate the contents and changes of cultivated soil organic matter (SOM) of different soil groups since the 2nd national soil survey (1980s) in Qujing, 13 171 samples of plough layers covering 12 soil groups of cultivated soils were collected from 2006 to 2011 and SOM contents were analyzed. The results showed that SOM content of 5 soil groups was increased and 7 soil groups decreased, in which the average SOM contents of Latosolic red soils, Paddy soils, Purplish soils, Alluvial soils and Torrid red soils increased by 13.0%, 16.8%, 19.5%, 52.5% and 222.4%, respectively; while those of Subalpine meadow soils, Yellow soils, Red soils, Limestone soils, Yellow-brown soils, Brown soils and Bog soils reduced by 6.2%, 17.7%, 19.6%, 32.3%, 36.0%, 42.9% and 74.1%, respectively. SOM content in 80.8% area of dry farming land decreased, suggesting soil quality of dry farming land was degraded in Qujing, so green manure plant and straw turnover should be applied in order to increase SOM and to improve soil quality.

Key words: Qujing; Cultivated soil; Organic matter