

施 娟, 刘艳红, 袁 玲. 奶牛粪与化肥配施对菊苣土壤肥力的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(5): 326–328.

# 奶牛粪与化肥配施对菊苣土壤肥力的影响

施 娟<sup>1</sup>, 刘艳红<sup>1</sup>, 袁 玲<sup>2</sup>

(1. 红河学院云南省高校农作物优质高效栽培与安全控制重点实验室, 云南蒙自 661100; 2. 西南大学资源环境学院, 重庆 400716)

**摘要:** 通过盆栽试验, 研究不同奶牛粪与化肥配施对菊苣土壤肥力的影响。结果表明, 配施奶牛粪后, 土壤有机质增幅为 92.8%~128.6%, 全氮增幅为 94.6%~172.1%, 全磷增幅为 41.5%~73.5%, 碱解氮增幅为 47%~88%, 有效磷平均增幅大于 7 倍, 脲酶活性增幅为 0~238%, 蔗糖酶活性增幅为 81.8%~188%。其中有机质、全氮、脲酶和蔗糖酶活性以“粪<sub>7</sub>肥<sub>3</sub>”处理的增幅最高; 全磷和有效磷含量以“粪<sub>3</sub>肥<sub>7</sub>”处理的增幅最佳。配施奶牛粪后, 土壤肥力得以保持和改善, 为后续的菊苣生产提供了较好的土壤条件。

**关键词:** 奶牛粪; 化肥; 菊苣; 土壤肥力

**中图分类号:** S158.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)05-0326-03

近年来随着集约化养殖奶牛的迅速发展, 奶牛粪便集中排放造成的环境污染问题日益凸显。据不完全统计, 全国奶牛粪日排放量高达 20 万~30 万 t<sup>[1]</sup>, 尤其是在规模化奶牛场, 若不加以有效治理, 大量牛粪堆积污染养殖场周边的土壤、空气和水体, 可能使得集约化养奶牛难以进行可持续发展<sup>[2-6]</sup>。奶牛粪中有机质丰富, 含有较高的氮、磷、钾及微量元素, 是很好的有机肥原料, 奶牛粪直接还田, 有利于提高土

壤有机质和肥力, 活化土壤养分, 增加微生物活性, 改善土壤理化环境。已有人对于奶牛粪便处理技术和工艺做了大量研究<sup>[7-10]</sup>, 而对奶牛粪还田的研究较少。因此本研究采用菊苣盆栽试验, 研究奶牛粪与化肥配施对菊苣土壤肥力的影响, 以期奶牛粪的资源化利用、建立“牧草种植—奶牛养殖—沼气发酵—粪污还田”的生态循环模式提供参考和依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试土壤为重庆地区典型、具有代表性的黏质地紫色土。采集于 0~20 cm 的耕作层, 风干、磨细、过 2 mm 筛后备用, 基本农化性质为: 有机质 5.64 g/kg、全钾 20.3 g/kg、碱解氮 48.8 mg/kg、速效磷 33.6 mg/kg、速效钾 50.3 mg/kg。奶牛粪采自重庆市天友奶牛场, 制备方法同供试土壤, 风干奶牛粪的

收稿日期: 2012-09-29

基金项目: 国家科技支撑计划(编号: 2006BAD25B08); 红河学院硕博项目(编号: XJIS0918); 红河学院教改项目(编号: JYJG1117)。

作者简介: 施 娟(1984—), 女, 云南金平人, 硕士, 讲师, 研究方向为植物营养与环境。E-mail: shixiang841123@163.com。

通信作者: 袁 玲, 教授, 博士生导师, 从事植物营养与环境、水环境与水资源管理方面的研究。E-mail: lingyuanh@yahoo.com.cn。

[2] Ortas I, Lal R. Soil texture and forest species condition; the effect of afforestation on soil quality parameters[J]. Soil Science, 2012, 177(4): 241–250.

[3] 李小涵, 郝明德, 王朝辉, 等. 农田土壤有机碳的影响因素及其研究[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(3): 176–181.

[4] 何 方, 胡芳名. 经济林栽培学[M]. 2 版. 北京: 中国林业出版社, 2004: 278–288.

[5] 王玉娟, 陈永忠, 王 瑞, 等. 覆草间种对油茶林土壤养分及生长量影响的主成分分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 6(30): 43–49.

[6] 浙江省武义县百花山林场, 亚热带林研究站经济林室. 介绍几种油茶林地套种的优良夏季绿肥[J]. 福建林业科技, 1974(5): 96–100.

[7] 邓 云, 田松华. 油茶林套种鱼腥草技术研究[J]. 湖南林业科技, 2010, 37(4): 55–56.

[8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 16–106.

[9] 解宪丽, 孙 波, 周慧珍, 等. 中国土壤有机碳密度和储量的估算与空间分布分析[J]. 土壤学报, 2004, 41(1): 35–43.

[10] Solomon D, Lehmann J, Kinyangi J, et al. Long-term impacts of anthropogenic perturbations on dynamics and speciation of organic car-

bon in tropical forest and subtropical grassland ecosystems[J]. Global Change Biology, 2007, 13: 511–530.

[11] Li X D, Fu H, Li X D, et al. Effects of land-use regimes on carbon sequestration in the Loess Plateau, northern China[J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2008, 51(1): 45–52.

[12] Martens D A, Reedy T E, Lewis D T. Soil organic carbon content and composition of 130-year crop, pasture and forest land-use managements[J]. Global Change Biology, 2003, 9: 65–78.

[13] 周传艳, 陈 训, 杨 泊. 贵州中部喀斯特岩漠化地区不同土地利用类型下土壤养分含量[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(34): 15071–15073, 15162.

[14] 彭正萍, 王艳群, 刘淑桥, 等. 不同施肥处理对冬小麦干物质积累及土壤养分垂直分布的影响[J]. 中国农业科技导报, 2007, 9(6): 95–99.

[15] 齐鑫山, 王卫建, 王仁卿, 等. 果园间种白三叶草对土壤生态及果树生产的影响[J]. 农村生态环境, 2005, 21(2): 13–17.

[16] 王长庭, 龙瑞军, 王启兰, 等. 三江源区高寒草甸不同退化演替阶段土壤有机碳和微生物量碳的变化[J]. 应用与环境生物学报, 2008, 14(2): 225–230.

[17] 吴建国, 韩 梅, 裴 伟, 等. 祁连山中部高寒草甸土壤氮矿化及其影响因素研究[J]. 草业学报, 2007, 16(6): 39–46.

氮、磷、钾含量分别为 12.4、1.8、3.9 g/kg。试验用化肥为尿素(含 N 46%)、过磷酸钙(含  $P_2O_5$  16%)、硫酸钾(含  $K_2O$  50%)。

### 1.2 试验方法

采用盆栽试验方法,于 2009 年 12 月在西南大学试验农场的温室大棚进行菊苣栽培试验。采用直径×高=20 cm×25 cm 的塑料盆,每盆装土 10 kg,种植 2 株菊苣。试验处理包括:(1)对照(不施肥处理);(2)施用化肥;(3)30% 奶牛粪+70% 化肥(以氮计,简称粪<sub>7</sub>肥<sub>3</sub>,下同);(4)50% 奶牛粪+50% 化肥(粪<sub>5</sub>肥<sub>5</sub>);(5)70% 奶牛粪+30% 化肥(粪<sub>3</sub>肥<sub>7</sub>)。各施肥处理的 N、 $P_2O_5$  ( $P_2O_5$  含量,折合磷含量×2.2913)、 $K_2O$  ( $K_2O$  含量,折合钾含量×1.205)的用量相等,周年计划用肥量分别为 500、200、100 mg/kg。其中奶牛粪、过磷酸钙和硫酸钾作基肥一次性施用;化学氮肥 50% 作基肥,其余在菊苣移栽返青后分 5 次等量追施(追施时间分别为 2009 年 12 月 19 日、2010 年 1 月 16 日、2010 年 2 月 23 日、2010 年 3 月 18 日、2010 年 4 月 14 日)。试验设 4 次重复,随机排列。

### 1.3 采样分析

在菊苣生长至 40 cm 时进行刈割,同时对土壤样品进行采集,采集时间分别为 2010 年 1 月 1 日、2010 年 3 月 5 日、2010 年 5 月 12 日。土壤养分分析方法<sup>[11]</sup>:全氮采用半微量凯氏法;全磷采用  $H_2SO_4-HClO_4$  消煮,钼蓝比色法;有机质采用  $K_2Cr_2O_7$  外加热法;碱解氮采用碱解扩散法;速效磷采用 0.5 mol/L  $NaHCO_3$  浸提,钼蓝比色法;速效钾采用 1mol/L  $NH_4OAc$ ,火焰光度法;脲酶 [ $NH_3-N$ (mg/g 土),37℃,24 h] 采用靛酚蓝比色法<sup>[12]</sup>;蔗糖酶[葡萄糖(mg/10 g 土);37℃;24 h]采用铜试剂比色法<sup>[12]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 奶牛粪与化肥配施对土壤全量养分的影响

从表 1 可以看出,刈割结束后,各施肥处理土壤中全量养分均有显著增加(除全钾)。与不施肥处理相比,土壤有机质平均增加 83.9%,在施肥处理中,配施处理进一步增加了土壤有机质含量,与化肥处理相比,增幅在 67.96%~99.11%,其中以“粪<sub>7</sub>肥<sub>3</sub>”处理最高。与不施肥处理相比,施肥处理土壤全氮含量增加 0.438~0.797 g/kg,以“粪<sub>7</sub>肥<sub>3</sub>”处理土壤中的全氮含量最高,与化肥处理相比增加 34.0%,差异达显著性水平( $P<0.05$ )。与不施肥处理相比,施肥处理土壤全磷含量上升幅度为 0.174~0.308 g/kg,其中以“粪<sub>3</sub>肥<sub>7</sub>”最高,增幅达 73.5%,但与其他施肥处理间差异不显著。各处理的全钾含量较稳定,在 16.3~17.4 g/kg 之间,不同处理间无显著性差异;但与未栽种前土壤相比,各处理土壤全钾含量均有减少,减幅在 0.6%~1.8%之间,其中以化肥处理的减幅最少,因此各处理在刈割多次后应注意补施钾肥。

表 1 刈割结束后各处理土壤中全量养分含量

处理	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)
对照	7.83ef	0.463e	0.419d	16.6a
化肥	8.99de	0.940bcd	0.644bc	17.4a
粪 <sub>3</sub> 肥 <sub>7</sub>	15.10b	0.901cd	0.727abc	16.3a
粪 <sub>5</sub> 肥 <sub>5</sub>	15.60ab	0.991bc	0.651bc	16.3a
粪 <sub>7</sub> 肥 <sub>3</sub>	17.90a	1.260a	0.593c	16.5a

注:同列数据后不同小写字母者表示差异达显著水平( $P<0.05$ )。

### 2.2 奶牛粪与化肥配施对土壤速效养分的影响

2.2.1 碱解氮 由图 1 可以看出,施肥均能显著增加土壤中碱解氮的含量,与不施肥处理相比,平均增加 2.2 倍。在施肥处理中,以纯化肥处理的增幅最高,为不施肥对照的 3.6 倍,与其他处理间差异显著。不同化肥配施处理中大部分以“粪<sub>7</sub>肥<sub>3</sub>”的碱解氮含量最高,达 94.6 mg/kg,但与其他配施处理间差异未达显著性。这是由于有机肥本身的养分含量不高,养分释放慢。值得注意的是,随着刈割期的推移,化肥处理的碱解氮含量出现先升高后下降的趋势,而各配施处理均维持在相对稳定的状况,因此有利于菊苣对土壤养分的持续需求。

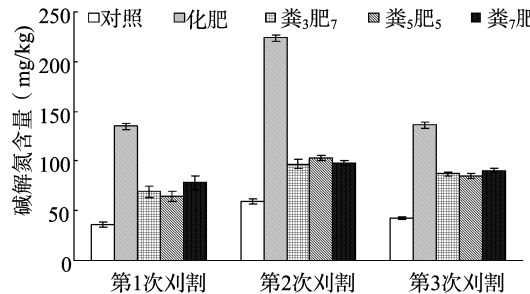


图1 施肥对土壤碱解氮含量的影响

2.2.2 有效磷 从图 2 可以看出,施肥能显著增加土壤有效磷含量,与不施肥处理相比,施肥处理的土壤有效磷含量平均增加了 7 倍。在施肥处理中,配施处理也能增加有效磷含量,平均以“粪<sub>7</sub>肥<sub>3</sub>”处理的增幅最高,达 8 倍,与化肥处理相比未达显著性差异。值得注意的是,经过 3 次刈割后,各处理土壤有效磷含量均维持在相对较高水平,说明配施奶牛粪能显著增加土壤有效磷养分,为后季牧草生产提供了较好的土壤养分基础,有利于养分的循环利用。

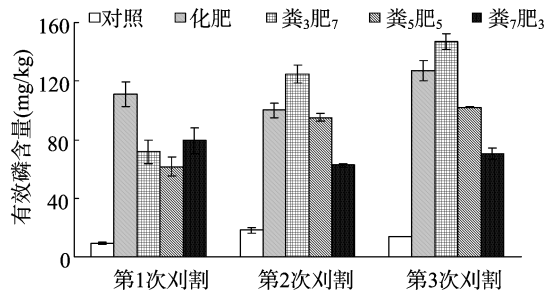


图2 施肥对土壤有效磷含量的影响

2.2.3 速效钾 从图 3 可以看出,各处理中速效钾含量随着刈割期推移有显著的降低,主要是因为植株在生长过程中是按一定比例吸收氮、磷、钾等营养元素的,而菊苣是需钾量较高的一类作物,当施入大量含氮肥料后,植株将按一定氮、钾比例源源不断地吸收利用土壤中的钾,使土壤中速效钾含量减少。以第 1 次刈割为例,配施处理的速效钾含量增幅在 19%~64%之间(除粪<sub>7</sub>肥<sub>3</sub>外)。值得注意的是,从第 1 次到第 3 次刈割间,各处理土壤中速效钾含量逐渐下降,因此在刈割多次后应追施一定的钾肥。

### 2.3 奶牛粪与化肥配施对土壤酶活性的影响

由图 4 可以看出,在土壤中施用奶牛粪均能显著增强脲酶和蔗糖酶活性,而单施化肥处理的土壤各项指标出现下降趋势。各配施处理中以“粪<sub>7</sub>肥<sub>3</sub>”处理的脲酶和蔗糖酶活性

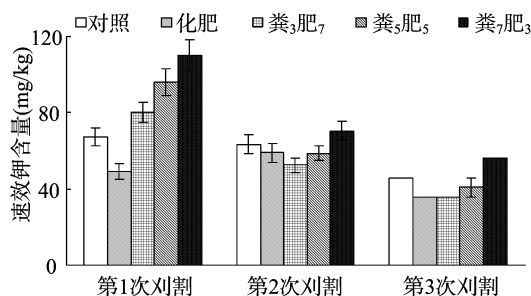


图3 施肥对土壤速效钾含量的影响

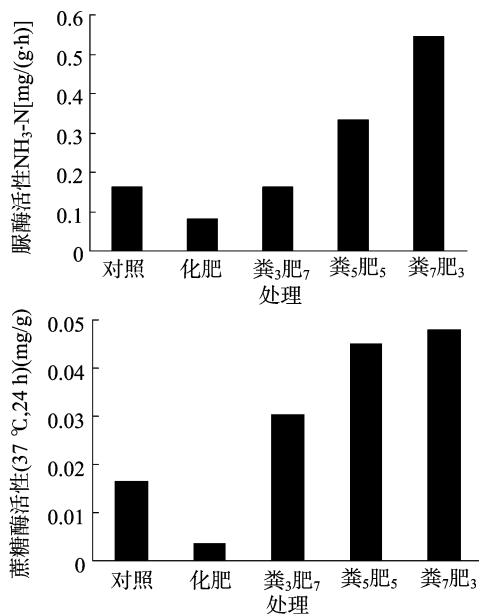


图4 施肥对土壤酶活性的影响

最高,与不施肥处理相比分别约增加 2 倍、1.9 倍;“粪<sub>5</sub>肥<sub>5</sub>”处理其次,“粪<sub>3</sub>肥<sub>7</sub>”最低。

土壤酶活性能很好地反映土壤的性质状况,是一个活性动态检测指标。对土壤酶活性研究更能直接地说明施肥对土壤的影响<sup>[13-15]</sup>。脲酶是土壤中唯一对尿素水解起重要作用的酶类,脲酶的酶促反应产物氨是作物重要的氮素来源,其活性可表示土壤中氮素的供给状况<sup>[16-18]</sup>。蔗糖酶是参与土壤有机碳循环的酶,对增加土壤中易溶性营养物质起着重要作用,而且与土壤养分含量尤其是有机碳含量存在显著正相关关系<sup>[14]</sup>,并且能够表征土壤的生物学活性强度,也可以作为评价土壤熟化程度和土壤肥力的指标。

### 3 结论

通过奶牛粪与化肥配施研究表明,在土壤中施用奶牛粪

能显著提高土壤中有有机质、全氮和全磷含量,碱解氮、有效磷在各刈割期均维持在一定水平且呈逐渐增加趋势,脲酶和蔗糖酶活性均出现明显增强趋势,但由于菊苣鲜草产量高,收割次数多,使得土壤全钾和速效钾养分含量逐渐下降,在收割后应注意补施钾肥。

### 参考文献:

- [1] 朱凤连,马友华,周 静,等. 我国畜禽粪便污染和利用现状分析[J]. 安徽农学通报,2008,14(13):48-50,12.
- [2] 王洪涛,陆文静. 农村固体废弃物处理处置与资源化技术[M]. 北京:中国环境科学出版社,2006:23-64.
- [3] 黄炎坤. 应用酶制剂减轻畜禽粪便对环境的污染[J]. 农业环境与发展,2000(2):39-41.
- [4] Evans P O, Westerman P W, Overcash M R. Water quality from land application of seine lagoon effluent Trans[J]. IASAE,1984,27(2):473-480.
- [5] 王坤元,黄建宁,章剑林. 畜禽粪便再利用的研究概况[J]. 浙江农业科学,1993(4):195-197.
- [6] 龙 玲. 通过畜禽营养调控及粪污处理技术发展生态营养[J]. 饲料研究,2002(3):19-22.
- [7] 夏炜林,黄宏坤,漆智平,等. 不同堆肥方式对奶牛粪便处理效果的试验研究[J]. 农业工程学报,2006,22(增刊2):215-219.
- [8] 李玉红,王 岩,李清飞. 不同原料配比对牛粪高温堆肥的影响[J]. 河南农业科学,2006(11):65-68.
- [9] 于海霞,孙 黎,栾冬梅. 不同调理剂对牛粪好氧堆肥的影响[J]. 农业工程学报,2006,22(增刊2):235-238.
- [10] 国洪艳,徐凤花,万书名,等. 牛粪接种复合发酵剂堆肥对腐植酸变化特征的影响[J]. 农业环境科学学报,2008,27(3):1231-1234.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000:12-54.
- [12] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京:中国农业出版社,1986.
- [13] 孙国峰,周 炜,何加骏,等. 猪粪沼液施用后土壤理化性状及小麦产量的变化[J]. 江苏农业学报,2012,28(5):1054-1060.
- [14] 王伯仁,徐明岗,文石林. 有机肥和化学肥料配合施用对红壤肥力的影响[J]. 中国农学通报,2005,21(2):160-163.
- [15] 耿士均,王 波,刘 刊,等. 专用微生物肥对不同连作障碍土壤根际微生物区系的影响[J]. 江苏农业学报,2012,28(4):758-764.
- [16] 刘恩科,赵秉强,李秀英,等. 长期施肥对土壤微生物量及土壤酶活性的影响[J]. 植物生态学报,2008,32(1):176-182.
- [17] 肖春玲,陈 龙,王安萍,等. 铝胁迫对油茶根际与非根际土壤酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2011,39(4):415-417.
- [18] 代金霞,赵 辉. 宁夏荒漠草原固沙植物群落土壤微生物数量及土壤酶活性研究[J]. 江苏农业科学,2011,39(4):460-462.