基于化肥、菌肥与沼肥对白菜生长影响的经济对比分析

贺密密，刘红艳，陇娟娟，蔡雪涛，张 振，周双双，吴 凯，尹 芳，张无敌
(云南师范大学，云南 昆明 650500)

摘 要： 试验以白菜为试材，研究了菌肥、沼肥与化肥单独施用下对作物生长影响及经济对比分析。综合不同的指标做出合理预测分析，结果表明施用沼肥对土壤全氮、速效磷、速效钾的影响效果最好，一轮耕种后种植白菜的土壤中全氮含量为 765 mg·kg^{-1}，速效磷含量为 5.98 mg·kg^{-1}，速效钾含量为 138.95 mg·kg^{-1}；浇沼肥作物品质最优，总糖含量占 4.7%，比浇水提高了 159.16%，VC 含量 85.25 mg·kg^{-1}，比浇水提高了 23.68%；相对于无肥、化肥、菌肥，施用沼肥经济效益最高。菌肥对白菜品质影响较好，总糖含量占 4.15% 比浇水的提高了 128.97%，VC 含量 73.59 mg·kg^{-1}比浇水提高了 11.98%；对土壤的肥力提升效果趋势优于浇化肥的，经济效益较低，不适合单独施用。综上，对化肥、菌肥、沼肥对作物生长影响进行经济对比分析得出沼肥优于菌肥优于化肥。

关键词： 沼肥；化肥；菌肥；白菜；经济分析
中图分类号： S216.4 **文献标志码：** A **文章编号：** 1000－1166(2018)01－0081－06

Comparative Analysis on the Influence of Different Fertilizer on Growth of Chinese Cabbage / HE Mi-mi, LIU Hong-yan, LONG Juan-juan, CAI Xue-tao, ZHANG Zhen, ZHOU Shuang-shuang, WU Kai, YIN Fang, ZHANG Wu-di / (Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

Abstract: Using Chinese cabbage as test material, the effects of chemical fertilizers, microbial fertilizers and biogas fertilizer on crop growth were studied and their economic comparative analysis were made. The results showed that the biogas fertilizer had the best effect on total soil nitrogen (765 mg·kg^{-1}), available phosphorus (5.98 mg·kg^{-1}) and available potassium(138.95 mg·kg^{-1}). And the cabbage quality applied by biogas fertilizer were also better than other fertilizer, with the total sugar content of 4.7 %, which was 159.76 percent higher than that of control (watering without fertilizer); the VC content was 85.25 mg·kg^{-1}, which was 23.68 % higher than that of control. Biogas fertilizer had the best economic benefit comparing with chemical fertilizer and microbial fertilizer. Microbial fertilizer had better effect on soil fertility and cabbage quality than that of chemical fertilizer, but it was not suitable for individual use due to the relatively low economic benefit. In summary, the biogas fertilizer was superior to the microbial fertilizer, while microbial fertilizer superior to the chemical fertilizer.

Key words: biogas fertilizer; chemical fertilizer; microbial fertilizer; cabbage; economic analysis

化肥是指用化学方法制造或开采矿石，经过加工制成的肥料，也称无机肥料，具有以下一些共同特点：成分单纯，养分含量高；肥效快。有机肥经生物质、动植物废弃物、植物残体加工而来，消除了其中的有毒有害物质，富含大量有益物质，包括：多种有机酸、肽类以及包括氮、磷、钾在内的丰富的营养元素。有机肥不仅能为农作物提供全面营养，而且肥效长，可增加和更新土壤有机质，促进微生物繁殖，改善土壤理化性质和生物活性，是绿色食品生产的主要养分[1]。我国有机肥资源十分丰富，所含养分量相当于化肥的 137%，但是我们仅利用了 41%。未被利用的有机废物，进入生物圈循环又造成恶臭及氨的危害，对土壤、水体等生态环境造成不良影响，并通过食物链对生态环境产生毒害作用，它的处理又成了一大难题。本研究使用水葫芦发酵的沼肥，水葫芦作为滇池一霸，对水面采取了野蛮的封锁策略，挡住阳光，导致水下植物得不到足够光照而死亡，破坏水下动物的食物链，导致水生动物死亡。施

收稿日期： 2017-11-23
项目来源： 西南地区可再生能源研究与开发协同创新中心(05300205020516009)；云南省新能源重大专项(2015ZB001；2015ZB005)；2015 云南省大学生创新创业训练项目(201510681044)；云南省沼气工程技术研究中心和云南省农村能源工程重点实验室开放基金。
作者简介： 贺密密(1994－)，女，云南曲靖人，研究生，研究方向为生物质能，E-mail: 1193432848@qq.com
通信作者： 尹 芳，E-mail: yf6709@sina.com；张无敌，E-mail: wootichang@163.com

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用水葫芦制作的沼肥,研究并推广沼肥的使用具有缓解化肥使用过度带来的问题,增加农产品产量和品质的变害为宝的作用。沼肥成本很低,且营养元素齐全,化肥营养元素只有一种或几种。菌肥,确切的说是菌,它本身并不含有植物生长发育所需的营养元素,而是含有大量的微生物,其机理是:在土壤中通过微生物的生命活动,改善作物的营养条件。因此,在植物根际施用菌肥,就可以增加根际土壤的有益菌的数量和活性,使得土壤肥力的增强[2]。试验采用的菌肥是实验室制作的紫茎泽兰菌肥,紫茎泽兰作为一种有害植物在云南生长量很大,通过一系列处理后将有害的紫茎泽兰做成具有促进植物生长的菌肥,并对其对作物生长的影响进行经济分析,探究其可行性。

我国目前存在着明显的化肥施用过度,农业生产过多依赖化肥,有机肥使用量不足等现象。长期施用化肥导致土壤酸化板结,土壤肥力下降和土壤结构劣化,严重影响了农业生产的可持续发展[3]。为贯彻中央1号文件关于全国农业工作的要求,按照"一控两减三基本"的要求,农业部制定了《开展果菜茶有机肥替代化肥行动方案》。本次课题就化肥、菌肥与沼肥对作物的生长影响进行经济对比分析,使用大白菜为作物试材,从不同肥料对作物生长影响的先行指标(原始数据指标测定)、同步指标(实验中的直观指标测定)、滞后指标(一些主要指标的变化趋势分析)进行经济对比分析。采用盆栽试验方法,测定作物生长发育特性、品质和养分吸收等指标以及分析不同施肥条件对蔬菜品质、养分吸收、土壤养分含量的影响,对化肥、菌肥、沼肥进行经济对比分析,并得出结果。为菌肥,沼肥及化肥的生产与推广使用提供基础数据支持,探究有机肥逐渐取代化肥的可行性,解决一些农业种植生产肥料使用的选择和可行性的实际问题。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料

次试验地点:能源与环境科学院;

供试作物:大白菜、番茄(选购大小相似,菜龄相同的菜苗进行栽种);

供试土壤:红土壤;供试肥料:沼肥(经水葫芦发酵后产生的沼液),化肥(云天化硫酸钾18-18-18复合肥),菌肥(紫茎泽兰去根后晾干处理所制)。相关测定指标参见表1。

表1 试验用的土壤、沼肥、菌肥和化肥的养分

处理	pH值	TS	全氮	速效磷	速效钾
		%	(mg·kg^{-1})	(mg·kg^{-1})	(mg·kg^{-1})
土壤	6.8	94.12	669.00	5.28	125.58
沼肥	7.5	81.24	786.00	672.00	739.41
菌肥	6.2	79.66	1343.00	1220.40	1346.00
化肥	6.5	80.12	2122.00	1560.60	1966.30

注:浇肥都是按照浇沼肥每棵200 mL沼液[4],化肥平均每棵取12 g溶于同量的水中浇灌[5]。菌肥每棵取12 g溶于同量水中浇灌。每周施肥一次。

由表1数据分析得,施肥前的土壤接近中性,沼肥偏碱,菌肥、化肥偏酸且菌肥酸性大于化肥。土壤接近中性,营养物质指标达到能种植作物的标准。用于种植白菜的原始土壤中的干物质比沼肥,菌肥和化肥组都高。要用于施用白菜肥料中的氮,磷,钾含量由多到少依次为:化肥>菌肥>沼肥。由于化肥是从市场上购买的专门的种植肥料,经过长期的研究钻研才得以在市场上销售,养分含量配比都有一定依据,且化肥、菌肥还未加水溶解,所以全氮、速效磷、速效钾含量远高于沼肥、土壤。

1.2 试验设计

试验设计分4组,分别为无肥组(对照)、沼肥组、菌肥组和化肥组。

无肥组:在装有原始土样的6个同等大小花盆中3盆种植白菜,3盆种植番茄,每1 d每株浇200 mL水,分别作为白菜和番茄的无肥对照组。

沼肥组:在装有原始土样的6个同等大小花盆中3盆种植白菜,3盆种植番茄,每1 d每株浇一次200 mL水,每7 d每株浇200 mL沼液并且当天不浇水,分别作为白菜和番茄的沼肥组。

菌肥组:处理同沼肥组,每7 d每株取12 g紫茎泽兰溶于188 mL水中做200 mL菌肥浇灌。分别作为白菜和番茄的菌肥组。

化肥组:处理同菌肥组,每7 d每株取12 g干化肥溶于188 mL水中做200 mL化肥浇灌。分别作为白菜和番茄的化肥组。

每浇肥两次取一次土样及进行相应指标测试,最后对成熟白菜进行一次收割测定。此次选用对比的指标包括不同肥料处理后的土壤状况,指标为TS,全氮,速效磷,速效钾;白菜的品质,指标为鲜重,株高,TS,VS,VC,总糖[6];白菜市价与不同肥料市价。这些指标作为同步指标,用作对肥料即时效

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

果的评测。由于番茄生长周期较长每次取样时间间隔为一个月,综合上述指标对不同肥料对作物生长影响进行经济对比分析。

1.3 测定方法

TS:用坩埚取适量待测样品放入干燥器中,干燥后冷却至室温称量;

VS:将已测过 TS 后的样品放入马弗炉中温度调至 500℃烘至恒重[7];

总糖:3,5—二硝基水杨酸法(DNS)比色法测定[8];

全氮:凯氏定氮法测定(全自动凯氏定氮仪)[9];

速效磷、速效钾:分光光度计法测定(721 分光光度计)[10];

VC:用紫外分光光度法测定(751 分光光度计)[11];

鲜重:用电子天平称量(精度 0.001 g);

株高:用直尺测量(精度 0.1 cm);

pH 值:用 pH 计测量(精度 0.01)。

2 结果与分析

2.1 对白菜生长、品质及栽培土壤的影响

2.1.1 生长影响及产量的影响

不同施肥对白菜生长影响结果见图 1。

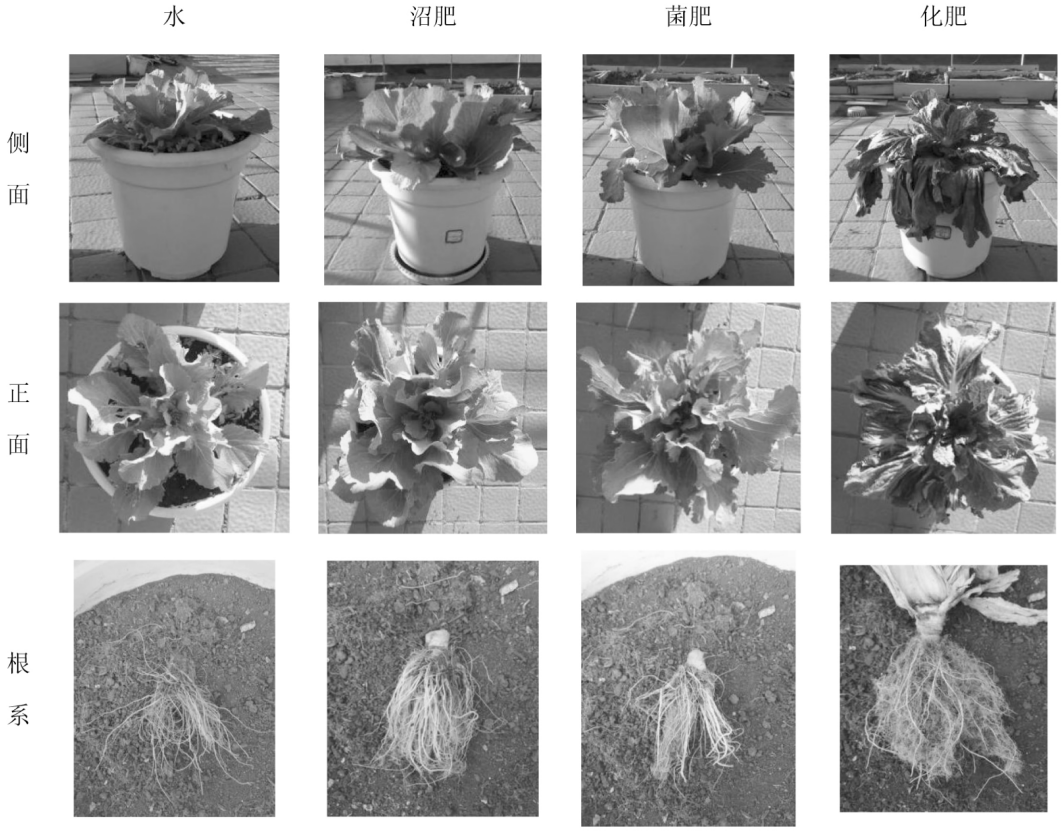

图 1 白菜长势图(实物照片)

从图 1 可以看出,浇水的白菜叶片数,生长明显比不过浇肥的;浇沼肥的白菜叶片数多余浇菌肥和化肥的,看起来长的比较好;浇化肥的白菜明显比其他几棵白菜长的更大,也更成熟,但是色泽不好,不够新鲜;浇菌肥的白菜叶片相比其它施肥的宽度较窄,株高较高。根系是吸收水分、无机盐和养分的主要部位,植物根系在生态系统生物地球化学循环中的地位可以从两个方面来看:一是根系作为碳和养料库所起的作用;二是根系通过生长、死亡、分解对碳和养分循环的推动作用[12]。浇水的白菜根系延展最少,所以吸收养分能力最弱,长的最小,其次是菌肥,浇沼肥的根系直根最多细根没有浇化肥的多,细根的死亡、分解会促进白菜的生长,但直根的寿命更长,所以浇化肥的最先成熟,色泽没有浇沼肥的鲜绿,直观品质不好。

不同肥料对白菜生长及白菜的影响结果参见表 2。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表2 不同施肥的白菜株高和产量的测定

处理	水	沼肥	菌肥	化肥
株高/cm	16.5	21.5	25.8	28.4
鲜重/g	127.58	283.25	336.34	452.68

从表2可知,不同施肥处理后的白菜株高和鲜重排序都为:水<沼肥<菌肥<化肥。

2.1.2 不同肥料对白菜品质的影响

不同的施肥方式对白菜TS,VS,VC,总糖的影响结果参见表3。

表3 不同肥料对白菜TS、VS、VC和总糖的影响结果

处理	TS/%	VS/%	总糖/%	VC/(mg·kg^{-1})
水	12.49	10.56	1.81	68.93
沼肥	8.94	7.00	4.70	85.25
菌肥	7.89	5.86	4.15	73.59
化肥	7.66	5.60	2.58	68.98

从表3可以看出,白菜的干物质和灰分含量与株高为:浇水>浇沼肥>浇菌肥>浇化肥鲜。从白菜总糖含量和VC含量看四种处理的白菜,浇沼肥的白菜总糖含量比无肥组提高了159.16%,VC含量提高了23.68%;浇菌肥的总糖含量比无肥组的提高了128.97%,VC含量提高了11.98%。而化肥的施用没有对白菜的品质有明显改善,其总糖含量相对于无肥组提高了42.27%,VC含量提高了0.08%。

2.1.3 不同肥料对土壤养分的影响

不同施肥方式对土壤pH值、TS、全氮、速效磷、速效钾的影响结果参见表4.

表4 不同肥料不同时间白菜土壤的养分

处理		pH值	TS/%	全氮/(mg·kg^{-1})	速效磷/(mg·kg^{-1})	速效钾/(mg·kg^{-1})
水	2周	5.93	94.24	658	4.92	118.93
	4周	5.72	93.30	663	5.04	118.71
	6周	5.65	93.51	663	5.23	119.08
沼肥	2周	6.25	93.34	665	5.52	122.15
	4周	6.19	93.75	668	5.88	129.03
	6周	6.09	94.01	675	5.98	138.95
菌肥	2周	6.23	93.19	662	5.04	119.70
	4周	6.07	93.61	664	5.36	128.73
	6周	5.96	93.41	666	5.65	135.03
化肥	2周	6.55	93.91	673	5.76	129.01
	4周	6.25	93.79	673	5.86	129.02
	6周	5.85	93.84	674	5.92	136.15

由表4可以得出,施用肥料两周的土壤相对于只浇水的土壤,氮磷钾含量均有所提高,其中施用化肥的土壤中氮磷钾含量最高,施用沼肥土壤的氮磷钾含量较菌肥和水的高,施用水的土壤中干物质含量较高,其次为化肥,沼肥,菌肥,说明施肥早期化对土壤肥力提高见效最快,沼肥对土壤肥力的提高作用接近化肥都比较明显,但是菌肥早期对土壤肥力影响十分微小。浇肥四周后土壤都有明显的酸化,程度最严重的是浇水的对照组,土壤中的干物质含量也明显下降。浇水的由于没有营养的补充对比没种植白菜前的土壤,全氮,速效磷、速效钾含量均因为白菜的生长有一定程度的下降。此外土壤中氮磷钾含量总体情况为:浇化肥>浇沼肥>浇菌肥。浇肥6周后,蔬菜成熟时,土壤的干物质含量以浇菌肥的最高,营养物质含量从大到小为:浇沼肥>浇化肥>浇菌肥>浇水。可以看出到了后期浇沼肥的土壤所含的营养物质渐渐超过浇化肥的,浇菌肥的始终维持着比较稳定的长势,而且浇化肥的土壤pH值逐渐降低,明显低于浇菌肥的和浇沼肥的。

2.2 对不同施肥处理的土壤指标做预测分析

通过对种植白菜过程中各样分的变化趋势预测下一轮白菜的种植情况,做出合理的预测分析。

2.2.1 对土壤pH值的预测分析

对不同施肥处理土壤pH值的分析结果见图3。

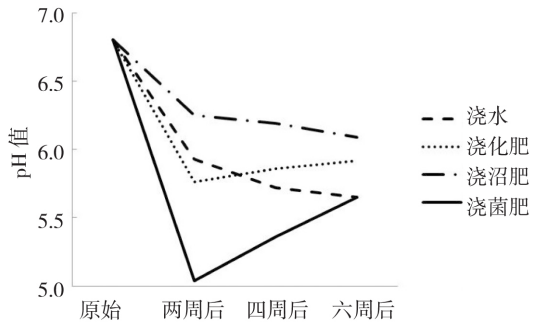

图3 土壤pH值变化趋势图

上图表示,不同肥料处理的土壤其pH值的趋势有所不同,且其中浇沼肥的土壤酸化程度最浅,趋势平缓,浇化肥pH值下降趋势最陡,其次是浇水的,浇菌肥的土壤酸化程度小于浇水的。由趋势线判断下一轮种植时浇化肥的土壤pH值将会低于浇水的,浇菌肥和浇沼肥的土壤pH值变化趋于平缓,继续酸化趋势不严重。研究表明,土壤酸化会影响土壤质量健康,影响作物生长发育及产量形成,降低农产品品质,且果实中重金属元素的积累也会通过

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

食物链危害人或动物的健康[13]。由此,可推断下一轮种出来的白菜产量排序为:浇菌肥>浇化肥>浇菌肥>浇水;质量排序为:浇沼肥>浇菌肥>浇水>浇化肥。化肥施用的可持续性低。

2.2.2 对土壤中全氮的预测分析

对不同施肥处理土壤全氮含量的分析结果见图4。

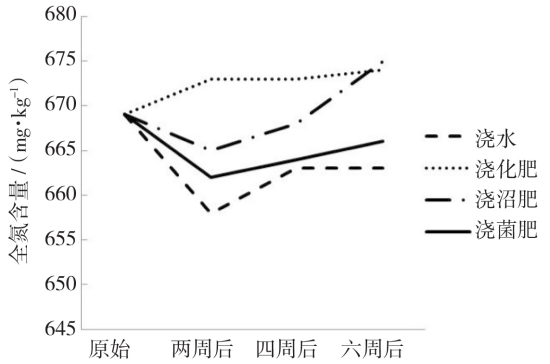

图4 土壤中全氮含量趋势图

从图4知,浇沼肥的土壤中全氮含量上升最明显,其次是浇菌肥的,浇化肥的上升趋势小于浇水的,但是浇化肥的土壤中土壤含量较高。预测下一轮培养中土壤的全氮含量排序为:浇沼肥>浇化肥>浇菌肥>浇水。

2.2.3 对土壤速效磷的预测分析

对不同施肥处理土壤中速效磷的分析结果见图5。

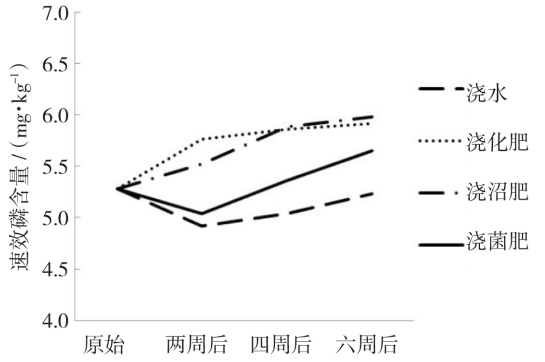

图5 土壤中速效磷含量趋势图

图5表明,土壤中速效磷含量变化浇菌肥和浇水的都呈先减后增的趋势,浇化肥的和浇沼肥的土壤速效磷含量都在增加,浇沼肥的土壤增势更快,预测下一轮土壤中速效磷的含量为:浇沼肥>浇化肥>浇菌肥>浇水。

2.2.4 对土壤速效钾的预测分析

对不同施肥处理土壤中速效钾的分析结果见图6。

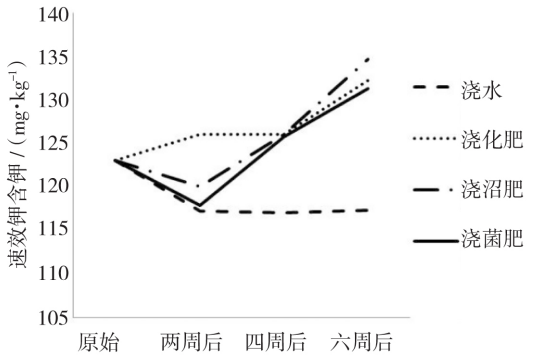

图6 土壤中速效钾含量趋势图

图6所示,除去浇化肥的土壤其他处理的土壤中速效钾含量都是先减少后增加,但是浇沼肥和浇菌肥的土壤中速效钾含量增长趋势迅速,预测下一轮种植的土壤中速效钾含量将为:浇沼肥>浇菌肥>浇化肥>浇水。

综合分析可得:从下一轮起白菜种植将从产量和品质上越来越呈现出浇沼肥的白菜优于浇菌肥的,浇菌肥优于浇水的,浇水的白菜优于浇化肥的白菜的趋势。

2.3 不同肥料的相对经济成本与收益

试验所购化肥单价为11元·kg^{-1},沼肥和菌肥为学院实验室制备,水葫芦对环境有危害,经发酵产气后得到沼肥,实验成本约为零,紫茎泽兰是有害生物经简单工艺处理成本约2元·kg^{-1}。白菜市场均价2.5元·kg^{-1}。不同浇肥处理相对浇水的作物的经济对比分析见表5。

表5 不同施肥处理的白菜经济对比分析

处 理	成本 (元·颗$^{-1}$)	收入 (元·颗$^{-1}$)	利润 (元·颗$^{-1}$)	相较水的利润率 %
水	0	0.32	0.32	0
沼肥	0	0.71	0.71	121.88
化肥	0.79	1.13	0.34	6.25
菌肥	0.144	0.84	0.696	117.5

3 结论

由实验浇肥对无肥的对照可得:浇化肥的土壤和作物前期见效快,土壤的pH值比其它两种肥的低,酸性更强,后期肥效欠佳,化肥可持续性低。菌肥对土壤全氮、速效磷、速效钾的增长作用始终不如沼肥和化肥,但是对土壤的酸化没有化肥严重,可持续性较好。浇沼肥的土壤营养物质一直保持良好增

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

势,最后所含营养物质是含量最高的,且土壤酸化程度最轻,可持续性最优。白菜品质为:施用沼肥优于施用菌肥优于施用化肥。本次种植的经济效益为:沼肥>菌肥>化肥>浇水。从经济可持续对比分析的角度:化肥效果先强后弱,沼肥持续增强,菌肥效果稳定而缓慢的增强。农民种植蔬菜是一项长远的事业,施用化肥短时间内能取得较多收益,但可持续性不强;浇菌肥的经济增长较沼肥少,各项指标居中,适合与其他肥配合施用[14];施用沼肥的收益最好,发展空间最大。

参考文献:

[1] 李亚兰. 有机肥料在蔬菜种植中的运用[J]. 中国新技术新产品,2015(6):178-178.

[2] 闫世江,李兆全,张志家. 生物菌肥的研究现状与应用[J]. 北方园艺,2017(5):189-192.

[3] 李 虎,邱建军,王立刚,等. 中国农田主要温室气体排放特征与控制技术[J]. 生态环境学报,2012,21(1):159-165.

[4] 吴红林,等. 发酵水葫芦汁液对大白菜生长及品质的影响[J]. 云南师范大学(自然科学报),2015,35(3):20-26.

[5] 陈世谷,张辛未. 化肥与有机肥及两者配施长期定位试验[J]. 安徽农业科学,1995,23(2):22-25.

[6] 李润华. 韭菜病虫害无公害防治技术[J]. 现代农业科技,2012(10):176.

[7] 张无敌,尹 芳. 生物质能实验[M]. 北京:科学出版社,2017,5-8.

[8] 李 玲,刘立民,谢晓芬,等. 3,5-二硝基水杨酸比色法测定芦荟中多糖含量[J]. 仪器仪表与分析监测,2002(4):30-31.

[9] 郑贤光,辛若竹. 全自动凯氏定氮仪测定化肥中的氮含量[J]. 化学计量分析,2014(5):41-43.

[10] 尚海英,祁居仕,毛森熠,等. 两种测定土壤有效磷和速效钾方法的相关性[J]. 甘肃农业科技,2010,(5),24-25.

[11] 张继鹏. 紫外分光光度法测定水果中维生素C的含量[D]. 甘肃酒泉:酒泉职业技术学院,2012.

[12] 唐宗阳,宗国珍. 早白-土豆/西瓜-杂交水稻高产高效栽培技术[J]. 现代农业科技,2010,(9):133-134.

[13] 郭大立. 植物根系结构、功能及在生态系统物质循环中的地位[C]//第三届现代生态学讲座暨国际学术研讨会,北京:2009.

[14] Bergstrom, L and Brink, N., Effects of differential application of fertilizer N leading losers and distribution of chemical N in soil[J], Plant and Soil, 1986, 93(3):333-345.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net