

严添潇,杨守军,孙吉翠. 无抗养殖鸡粪与化肥配施对白菜生长及土壤理化性状的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(19):129-133.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.19.028

无抗养殖鸡粪与化肥配施对白菜生长及土壤理化性状的影响

严添潇,杨守军,孙吉翠

(中国农业大学烟台研究院,山东烟台 2646704)

摘要:以江苏省苏州青白菜为试验材料,深入探讨无抗养殖鸡粪与化肥配施对白菜生长及土壤理化性状的影响,以期为无抗养殖鸡粪与化肥配施的合理比例提供理论参考。试验施肥基于等氮原则,共设 5 个处理,分别为 CK(无任何肥料施用)、JF20% + HF80%(20% 鸡粪 + 80% 化肥)、JF40% + HF60%(40% 鸡粪 + 60% 化肥)、JF60% + HF40%(60% 鸡粪 + 40% 化肥)和 JF80% + HF20%(80% 鸡粪 + 20% 化肥)。研究表明,无抗养殖鸡粪的施用能提高土壤有机质含量,且含量提高幅度与鸡粪施用量呈正相关。无抗鸡粪与化肥配施均能提高土壤微生物含量,改善白菜品质,促进土壤中抗生素的降解。其中,JF40% + HF60% 处理白菜产量最高,因此,综合分析认为,40% 无抗养殖鸡粪与 60% 化肥配施是较为合理的施用比例。

关键词:无抗鸡粪;化肥;配施;土壤性状;产量与品质

中图分类号:S634.06 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)19-0129-05

随着集约化畜禽养殖业的发展,多种抗生素在

畜禽养殖中被使用,除了作为药物用于动物疾病的治疗和预防外,还以亚治疗剂量添加于动物饲料中,起到刺激动物生长和促进增产的作用^[1]。但是抗生素经过动物肠道并不能被完全吸收,大部分会以原形或代谢产物的形式由粪便和尿液排出体外^[2]。粪便经过堆肥处理后作为有机肥施用于土壤,还田的同时将粪便中的抗生素转移到土壤中,对土壤生态环境和作物生长产生危害。研究表明,抗生素可能对土壤生态系统重要组成的土著微生物

收稿日期:2020-02-23

基金项目:山东省农业重大应用技术创新项目;山东省重点研发计划(编号:2018GNC110021);山东省烟台市科技计划(编号:2017ZH097);山东省烟台开发区创新创业领军团队项目(编号:TD2016003);山东省烟台市学科建设项目(编号:2019XDRHXMXXK25)。
作者简介:严添潇(1997—),女,山东滕州人,主要从事农业工程及畜禽粪便资源化利用研究。E-mail:ecs2005@163.com。
通信作者:孙吉翠,副教授,主要从事畜禽养殖废弃物处理和资源化利用技术研究。E-mail:sjc6132006@163.com。

[13]李 萍. 太阳辐射减弱和 O₃ 胁迫对土壤性质及冬小麦中 N、P 元素的影响研究[D]. 南京:南京信息工程大学,2012.

[14]肖 特,于肖夏,崔阔澍,等. 温光处理对马铃薯块茎钾及 3 种微量元素含量的影响[J]. 中国农业信息,2015(15):8-10.

[15]门中华,贾小环. 钙在植物营养中的作用[J]. 阴山学刊(自然科学版),2006,20(4):38-40.

[16]王秀芬. 矿质元素在植物体内的生理作用[J]. 河北农业科技,1989(6):9-10.

[17]Suárez M H, Rodríguez E M, Romero C D. Mineral and trace element concentrations in cultivars of tomatoes [J]. Food Chemistry,2007,104(2):489-499.

[18]白延红,马胜利,徐彩玲,等. Cu²⁺ 的生理功能、损伤机理及其在植物离子培养中的作用[J]. 杨凌职业技术学院学报,2009,8(1):19-21,27.

[19]Sommer A L. Copper as an essential for plant growth[J]. Plant Physiology,1931,6(2):339-345.

[20]杨延杰,谢春玲,林 多,等. 弱光对番茄茎叶中铜含量的影响[J]. 华北农学报,2009,24(增刊2):180-182.

[21]施益华,刘 鹏. 锰在植物体内生理功能研究进展[J]. 江西林业科技,2003(2):26-28,31.

[22]杨延杰,李天来,范文丽,等. 温室弱光对番茄茎叶 Mn 含量的影响[J]. 辽宁农业科学,2004(4):49-50.

[23]Cakmak I, Marschner H. Increase in membrane permeability and exudation in roots of zinc deficient plants [J]. Journal of Plant Physiology,1988,132(3):356-361.

[24]段昌群,王焕校,曲仲湘. 重金属对蚕豆(*Vicia faba*)根尖的核酸含量及核酸酶活性影响的研究[J]. 环境科学,1992(5):31-35,95.

[25]罗立新,孙铁珩,靳月华. 镉胁迫下小麦叶中超氧阴离子自由基的积累[J]. 环境科学学报,1998,18(5):495-499.

[26]孙涌栋,罗未蓉,李新峥,等. Zn²⁺ 对黄瓜发芽期生理特性的影响[J]. 生态环境,2008,17(1):307-311.

物,如固氮菌、纤维分解菌、解磷菌、放线菌和真菌等有杀死或抑制作用,降低土壤的养分循环效率和对农药、重金属等的降解能力,还能通过作物的富集作用对人体健康产生潜在风险^[3]。因此,2019 年 7 月 10 日,农业农村部发布《中华人民共和国农业农村部公告第 194 号》公告,标志着全面禁止促生长药物饲料添加剂已经进入倒计时阶段^[4]。以保护动物和人类健康、生产安全营养无抗生素残留的畜产品为目的的无抗畜牧业养殖具有较强的时代和现实意义。

粪便包括无抗养殖鸡粪在内的最佳处理利用方式就是作为有机肥还田。鸡粪除含有植物生长所必需的大量氮(N)、磷(P)、钾(K)元素外,合理利用还可以改善土壤结构,增加土壤中有益微生物的种类,增加土壤肥力,提高蔬菜产量和品质^[5-7]。从培肥地力角度考虑,有机肥应与化肥配施才能充分发挥改土增效的功能。因此,针对不同土壤和农作物的需肥特性,合理的配施比例仍是有机肥施用的关键。虽然无抗养殖绿色技术的应用为规避畜禽粪便抗生素残留危害提供了全新的方向,但畜禽无抗养殖粪便农田施用对土壤性状及农作物产量和品质的影响鲜有报道^[8]。因此,本研究以苏州青白菜为试验材料,研究无抗养殖鸡粪与化肥配施对白菜生长及土壤性状的影响,以为无抗养殖鸡粪的农田施用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验始于 2019 年 5 月,试验地点为中国农业大学烟台研究院实验田。试验土壤为棕壤,其有机质含量为 0.92%,碱解氮含量为 132.14 mg/kg,速效磷含量为 100.21 mg/kg,速效钾含量为 153.26 mg/kg,pH 值为 5.99。白菜品种为苏州青白菜(*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* Makino)。试验所用鸡粪为山东某白羽肉鸡养殖场提供的无

抗养殖鸡粪,其全氮、全磷、全钾含量分别为 2.36%、0.96% 和 0.84%,鸡粪中均未检出四环素、金霉素、土霉素、强力霉素。

1.2 试验设计

试验采用完全随机区组设计,共设 5 个处理,每个处理重复 3 次。处理 1:CK(无任何肥料施用);处理 2:JF20% + HF80%(20% 鸡粪与 80% 化肥配施);处理 3:JF40% + HF60%(40% 鸡粪与 60% 化肥配施);处理 4:JF60% + HF40%(60% 鸡粪与 40% 化肥配施);处理 5:JF80% + HF20%(80% 鸡粪与 20% 化肥配施)。白菜的株行距为 15 cm × 15 cm,目标产量为 200 kg/667 m²,氮肥、磷肥、钾肥的利用率分别是 33%、24% 和 42%。肥料总施入量:N 为 11.60 kg/m²,P₂O₅ 为 15.00 kg/m²,K₂O 为 8.60 kg/667 m²。鸡粪施用量以鸡粪氮养分供给与白菜氮养分需求为基准平衡计算,鸡粪与化肥一次性施入。施肥情况详见表 1。

1.3 样品采集与测定

分别于白菜生长的 10、20、30 d 采集土壤和白菜样品。土壤采集深度为 0 ~ 20 cm,自然风干、磨细过筛后贮于棕色瓶,用于土壤理化性状分析。采集的白菜用水洗净、吸水纸擦拭完毕后,用于叶绿素含量的测定,并于白菜收获期进行产量和品质测定。分别采用重铬酸钾外加热法、碱解扩散法、钼锑抗比色法、火焰光度法进行土壤有机质和速效养分含量测定^[9];土壤微生物总量测定采用平板扩散法^[9];叶绿素含量测定采用蒽酮浸提法^[10];籽粒粗蛋白、粗淀粉、粗脂肪含量的测定分别采用凯氏定氮法、3,5-二硝基水杨酸法、索氏提取法^[10];籽粒抗生素含量的测定采用固相萃取-高效液相色谱法^[11]。

1.4 数据统计分析

采用 Excel 2016 和 SPSS 20.0 软件进行数据统计分析,采用最小显著差异法进行处理间差异性分析。

表 1 白菜施肥情况

处理	尿素 (kg/667 m ²)	过磷酸钙 (kg/667 m ²)	硫酸钾 (kg/667 m ²)	鸡粪 (kg/667 m ²)
CK	0	0	0	0
JF20% + HF80%	61.13	99.51	37.01	98.31
JF40% + HF60%	45.85	76.23	33.06	196.61
JF60% + HF40%	30.57	53.09	29.11	294.92
JF80% + HF20%	15.28	29.93	25.17	393.22

2 结果与分析

2.1 无抗养殖鸡粪与化肥配施对土壤有机质含量的影响

由表 2 可知,白菜生长 10 d 时,JF20% + HF80%、JF40% + HF60%、JF60% + HF40% 和 JF80% + HF20% 处理土壤有机质含量分别是 CK 的 1.16、1.25、1.34 和 1.55 倍,有机质含量与鸡粪施用量呈正相关关系。在白菜生长 20 d 时,JF20% + HF80%、JF40% + HF60%、JF60% + HF40% 和 JF80% + HF20% 处理土壤有机质含量比 10 d 时分别降低 0.53%、1.24%、0.62% 和 0.60%。在白菜生长 30 d 时,各处理土壤有机质含量持续下降,但显著高于对照。

2.2 无抗养殖鸡粪与化肥配施对土壤速效养分含量的影响

由图 1 得知,在白菜生长 10 d 时,土壤碱解氮含量以 JF20% + HF80% 处理为最高,分别比对照、

表 2 无抗养殖鸡粪与化肥配施对土壤有机质含量的影响

处理	有机质含量(%)		
	10 d	20 d	30 d
CK	0.968d	0.965e	0.901d
JF20% + HF80%	1.126d	1.120d	1.103c
JF40% + HF60%	1.212c	1.197c	1.195bc
JF60% + HF40%	1.299b	1.291b	1.283b
JF80% + HF20%	1.501a	1.492a	1.387a

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。下同。

JF40% + HF60%、JF60% + HF40%、JF80% + HF20% 处理增加了 24.8%、5.6%、9.5% 和 19.9%,与这些处理间差异显著。在白菜生长 20 d 时,各鸡粪处理碱解氮含量变化趋势与白菜生长 10 d 时相似,处理间差异缩小。在白菜生长 30 d 时,土壤碱解氮含量以 JF40% + HF60% 处理为最高,但与 JF20% + HF80% 处理无差异。无抗鸡粪施用对土壤中速效磷、速效钾含量的影响与对碱解氮含量的影响相似。

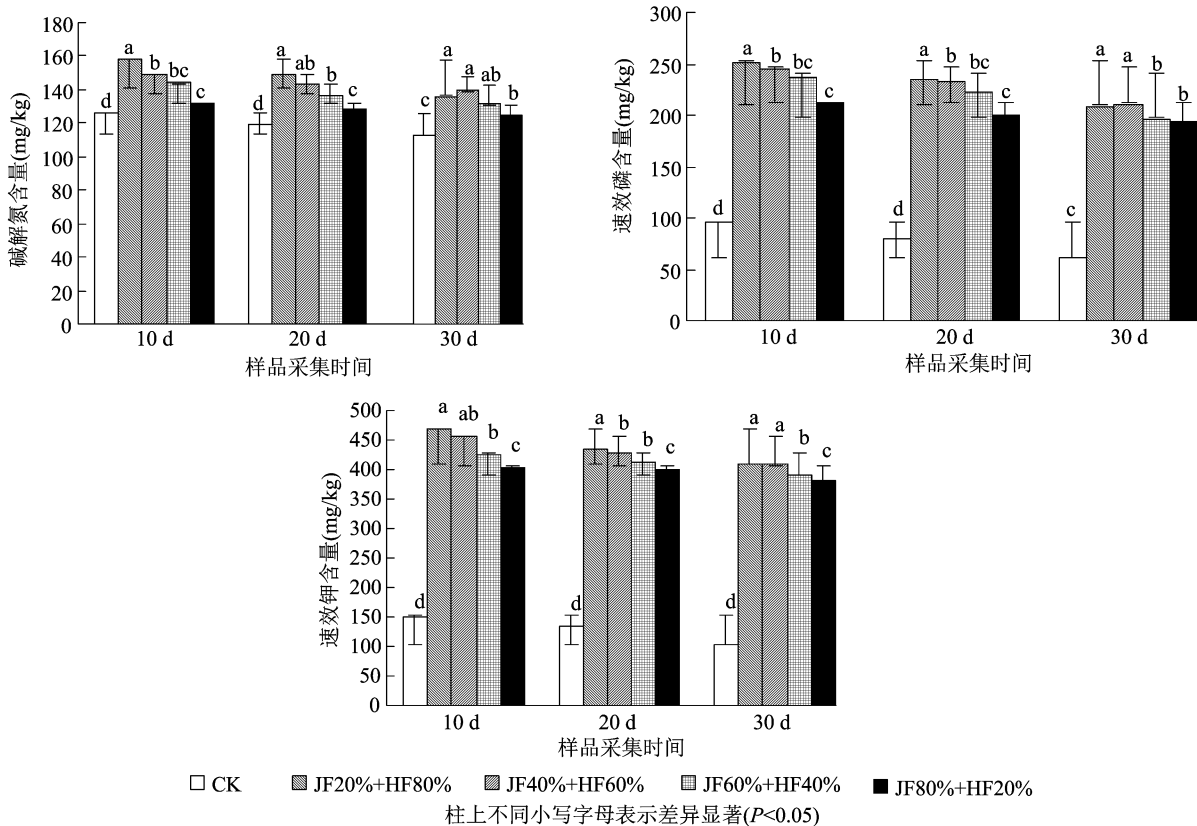


图1 无抗养殖鸡粪与化肥配施对耕层土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量的影响

2.3 无抗养殖鸡粪与化肥配施对土壤微生物总量的影响

在白菜生长的 30 d 内,对照土壤微生物总量逐渐下降。与对照相比,鸡粪处理土壤微生物总量显

著增加,最大值出现在白菜生长 20 d 时。由表 3 中数据可以看出,鸡粪处理土壤微生物总量随鸡粪施用量的增加而增加,白菜生长同时期处理间差异显著。

表 3 无抗养殖鸡粪与化肥配施对土壤微生物含量的影响

处理	土壤微生物含量(×10 ⁶ CFU/g)		
	10 d	20 d	30 d
CK	3.126e	3.105e	3.008e
JF20% + HF80%	3.688d	3.915d	3.727d
JF40% + HF60%	4.718c	5.234c	4.929c
JF60% + HF40%	5.370b	6.283b	5.628b
JF80% + HF20%	6.486a	7.304a	6.843a

表 4 无抗养殖鸡粪与化肥配施对叶片叶绿素含量的影响

处理	叶绿素含量(mg/g)		
	10 d	20 d	30 d
CK	2.51d	2.58f	2.82d
JF20% + HF80%	3.27a	3.63a	3.86a
JF40% + HF60%	3.08b	3.58ab	3.87ab
JF60% + HF40%	3.03bc	3.43bc	3.72b
JF80% + HF20%	2.92c	3.34c	3.59c

2.4 无抗养殖鸡粪与化肥配施对白菜叶绿素含量的影响

如表 4 所示,在白菜整个生育期内,JF20% + HF80% 处理叶片叶绿素含量最高,鸡粪处理叶片叶绿素含量与鸡粪施用量呈反相关关系。在白菜生长 10 d 时,JF20% + HF80% 处理的白菜叶片叶绿素含量分别为对照、JF40% + HF60%、JF60% + HF40% 和 JF80% + HF20% 处理的 1.30、1.06、1.08 和 1.12 倍。随着白菜生长期的延续,对照处理的叶绿素含量与鸡粪处理间差异逐渐减小,至白菜生长 30 d 时,JF20% + HF80% 与 JF40% + HF60% 处理下叶片叶绿素含量无显著差异。

2.5 无抗养殖鸡粪与化肥配施对白菜产量和品质的影响

由表 5 可知,鸡粪处理的白菜产量以 JF40% + HF60% 处理为最高,分别是对照、JF20% + HF80%、JF60% + HF40%、JF80% + HF20% 处理的 1.70、1.17、1.21 和 1.20 倍。白菜维生素 C 含量与鸡粪施用量呈正相关关系,但 JF20% + HF80% 与 JF40% +

表 5 无抗养殖鸡粪与化肥配施对白菜品质和产量的影响

处理	维生素 C 含量 (mg/100 g)	还原糖含量 (g/kg)	产量 (kg/667 m ²)
CK	0.72c	13.46d	119.15d
JF20% + HF80%	0.98b	16.69c	173.13b
JF40% + HF60%	0.99b	17.55bc	202.56a
JF60% + HF40%	1.21a	17.82b	167.40c
JF80% + HF20%	1.34a	19.17a	168.25c

HF60% 处理间以及 JF60% + HF40% 与 JF80% + HF20% 处理间无显著性差异。与对照相比,白菜还原糖含量以 JF80% + HF20% 处理最高,分别比对照、JF20% + HF80%、JF40% + HF60%、JF60% + HF40% 处理增加了 42.4%、14.9%、9.2% 和 7.6%。

2.6 无抗养殖鸡粪与化肥配施对白菜抗生素含量的影响

由表 6 得知,对照处理的白菜中检测出金霉素和强力霉素,未检出四环素和土霉素,而所有鸡粪处理的白菜中 4 种抗生素均未检出。

表 6 无抗养殖鸡粪与化肥配施对白菜抗生素含量的影响

处理	抗生素含量(mg/kg)			
	四环素	金霉素	土霉素	强力霉素
CK	未检出(<0.75)	1.46a	未检出(<1.0)	2.02a
JF20% + HF80%	未检出(<0.75)	未检出(<0.75)	未检出(<1.0)	未检出(<0.75)
JF40% + HF60%	未检出(<0.75)	未检出(<0.75)	未检出(<1.0)	未检出(<0.75)
JF60% + HF40%	未检出(<0.75)	未检出(<0.75)	未检出(<1.0)	未检出(<0.75)
JF80% + HF20%	未检出(<0.75)	未检出(<0.75)	未检出(<1.0)	未检出(<0.75)

3 结论与讨论

土壤有机质具有改良土壤理化性质和提高土壤保肥、供肥的能力,使土壤肥力得到改善^[12]。研究表明,与对照相比,鸡粪处理的土壤有机质含量明显提高,且提高程度与鸡粪施用量呈正相关关系。这与陈乃祥等的研究结果一致^[13-14]。在白菜生长期间,鸡粪处理土壤的碱解氮、速效磷、速效钾

含量显著高于对照处理。这是因为鸡粪中含有一定量的有机态养分,在自然条件、土壤微生物、酶等方面的作用下经过矿化作用转换为速效养分,同时矿化作用产生的有机酸,又可以溶解土壤中的一些难溶性养分,使土壤中的速效养分含量升高^[15-16]。在白菜生长 30 d 时,JF40% + HF60% 处理土壤的速效养分含量最高,说明 40% 的鸡粪与 60% 的化肥配施能满足白菜在不同生育期内对养分的需求。

叶绿素在光合作用的光吸收中起核心作用,对作物产量影响显著。在同一生长时期,JF20% + HF80% 处理的白菜叶片叶绿素含量最高。随着白菜生育期延长,鸡粪处理叶片叶绿素含量差异逐渐缩小,至白菜生长 30 d 时,JF20% + HF80% 与 JF40% + HF60% 处理叶片叶绿素含量无显著性差异。说明叶绿素合成能力的高低取决于土壤氮素养分的供应水平,其含量的高低与土壤碱解氮含量变化趋势相似^[17]。

研究表明,无抗养殖鸡粪的施用提高了白菜品质,主要是因为鸡粪有机肥促进了白菜的光合、蒸腾等生理活动,使叶片硝态氮的转化加速,叶片中钾含量的提高,降低了叶片的氮钾比例,同时鸡粪中除了氮、磷、钾元素外,还含有一定量的钾、钠、钙、镁等营养元素,利于籽粒品质的改善^[18-19]。产量是衡量农业生产最重要的因素之一^[20]。白菜产量以鸡粪替代 40% 化肥处理最高,说明鸡粪与化肥合理的配施比例,不仅提高了土壤中的养分含量,而且促进了根系生长及对养分的吸收和运输能力,使光合作用和光合产物得到提高,进而增加了白菜产量^[21]。对照白菜中检测出金霉素和强力霉素,而其他无抗鸡粪处理白菜中 4 种抗生素均未检出。这说明试验土壤中含有一定量的金霉素和强力霉素。而鸡粪处理白菜中无抗生素可能是因为施用无抗养殖鸡粪,使土壤中的腐殖酸含量增高,抗生素因为受到氢键、疏水性作用力、表面络合等作用的影响被腐殖酸大量吸附,同时鸡粪的施入提高了土壤中微生物的数量,促进了土壤中原有抗生素的降解^[22-25]。

本研究结果表明,40% 无抗鸡粪与 60% 化肥配施可显著增加土壤有机质含量和微生物总量,提高土壤肥力,改善白菜品质和提高白菜产量,且无抗生素残留,是无抗鸡粪与化肥配施较为合理的比例。

参考文献:

- [1] 周启星,罗义,王美娥. 抗生素的环境残留、生态毒性及抗性基因污染[J]. 生态毒理学报,2007,2(3):243-251.
- [2] 焦璐琛,迟菡琳,徐卫红,等. 施用猪粪对蔬菜生长及土壤抗生素、重金属含量的影响[J]. 中国农学通报,2019,35(14):94-100.
- [3] 潘兰佳,唐晓达,汪印. 畜禽粪便堆肥降解残留抗生素的研究进展[J]. 环境科学与技术,2015,38(增刊2):191-198.
- [4] 郝林琳. 浅谈无抗养殖 2[J]. 中国畜禽种业,2019,15(9):77-78.
- [5] 甄珍,博文静,吴光磊,等. 有机肥对土壤地力和作物产量的影响及应用示例[J]. 工程研究-跨学科视野中的工程,2012,4(1):19-26.
- [6] 杨文叶,王京文,李丹,等. 商品有机肥对耕地质量及水稻产量的影响[J]. 浙江农业科学,2012(12):1621-1622.
- [7] 蒋卫杰,刘伟,余宏军,等. 充分利用有机肥料提高蔬菜产量和品质[J]. 作物杂志,2001(5):23-25.
- [8] 夏光利,毕军,张昌爱,等. 腐熟灭菌鸡粪与不同浓度化肥配施效果研究[J]. 中国农学通报,2004,20(1):165-166.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000.
- [10] 赵世杰,苍晶. 植物生物学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2015.
- [11] 孙刚,袁守军,彭书传,等. 固相萃取-高效液相色谱法测定畜禽粪便中的土霉素、金霉素和四环素[J]. 环境化学,2010,29(4):739-743.
- [12] 苏立新,肖健,王淑琴,等. 北京市海淀区农田耕层土壤养分现状与变化趋势[J]. 土壤肥料,2004(5):17-20.
- [13] 陈乃祥,秦光蔚,陈爱晶. 有机肥替代部分化肥对水稻产量及土壤有机质的影响[J]. 农业开发与装备,2018(11):126-128.
- [14] 唐继伟,林治安,许建新,等. 有机肥与无机肥在提高土壤肥力中的作用[J]. 中国土壤与肥料,2006(3):44-47.
- [15] 罗兴录,岑忠用,谢和霞,等. 生物有机肥对土壤理化、生物性状和木薯生长的影响[J]. 西北农业学报,2008(1):167-173.
- [16] Busto M D, Perez mateos M. Extraction of humic- β -glucosidase fractions from soil[J]. Biology and Fertility of Soils,1995,20(1):77-82.
- [17] 陆欣,秦俊梅,赵冬彦,等. 施用新型长效尿素对茎果类蔬菜产量及品质的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2004,24(4):318-321.
- [18] 李梦梅. 生物有机肥对提高蔬菜产量品质的作用机理研究[D]. 南宁:广西大学,2005.
- [19] 孙孝丹. 肥料对玉米产量和品质的影响[J]. 农业科技与装备,2016(11):23-24.
- [20] 孙晓,姜学玲,杨剑超,等. 不同施肥模式对菜田土壤理化性质及产量的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(7):169-173.
- [21] 胡诚,曹志平,罗艳蕊,等. 长期施用生物有机肥对土壤肥力及微生物生物量碳的影响[J]. 中国生态农业学报,2007,15(3):48-51.
- [22] 梁兰. 金霉素在土壤/有机肥上的吸附及生态毒性研究[D]. 杭州:浙江大学,2014.
- [23] 郭学涛. 针铁矿腐殖酸对典型抗生素的吸附及光解机理研究[D]. 广州:华南理工大学,2014.
- [24] 张兰河,王佳佳,高敏,等. 施用畜禽粪便有机肥土壤抗生素抗性基因污染状况[J]. 生态与农村环境学报,2016,32(4):664-669.
- [25] 徐秋桐,顾国平,章明奎. 有机肥对土壤中抗生素降解的促进作用[J]. 浙江农业学报,2015,27(3):417-422.