

有机肥施用对农产品质量安全及土壤环境的作用探析

陈 佳 敬 坤 刘于嘉

农业农村部成都沼气科学研究所,四川 成都 610041

摘要:有机肥种类非常多,并且肥效长久,营养丰富。然而部分有机肥重金属含量相对较高,主要原因在于这部分有机肥的主要原料为家禽排泄物。现今家禽饲养以复合饲料为主,而复合饲料包含重金属微量元素,所以家禽排泄物中重金属含量较高,导致有机肥重金属含量超标。施用有机肥时极易影响农产品质量安全及土壤环境,不利于乡村振兴战略推进,因此,合理施用有机肥成为众多农民共同思考的问题。以结球甘蓝和糯玉米为试验作物,探究了两茬试验作物轮作过程中有机肥施用对农产品质量安全及土壤环境作用。

关键词:有机肥施;农产品;质量安全;土壤环境

中图分类号:S141

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2023.05.013

0 引言

随着畜禽业规模化发展,家禽养殖以复合饲料为主,不但可以节约成本,还可以提高养殖收益^[1]。家禽粪便中的重金属含量较高会导致有机肥重金属含量超标,施用后可能导致农产品及土壤重金属积累水平较高,不仅破坏农村生态环境,还会引发食品安全问题,影响农民收益^[2]。有机肥富含各种有机物和养分,不仅可以为农作物提供营养成分,还可以活化土壤,改善土壤环境^[3]。为进一步探究有机肥施用对农产品质量安全及土壤环境的作用,选择结球甘蓝和糯玉米作为试验作物开展田间试验,对比分析有机肥不同施用量对土壤及农产品质量安全的影响,探究土壤中重金属的累积效应。

1 材料与方法

1.1 试验材料

(1)试验作物:试验作物为结球甘蓝和糯玉米,其中,第一茬试验作物为结球甘蓝,第二茬试验作物为糯玉米。

(2)试验肥料:本研究选择试验有机肥料为商品有机肥及鸡粪有机肥,其中,鸡粪在自行堆制后,成为重金属含量超标的有机肥。鸡粪有机肥重金属情况详见表 1。

表 1 鸡粪有机肥主要元素含量 mg/kg

项目	Cu	Zn	Pb	As
鸡粪有机肥	720.03	376.91	50.51	9.01

(3)试验田地:试验田地为本地区果蔬农场的田地,地区海拔 300~450 m,年降水量为 881 mm。试验田地土壤为黄泥土。试验田地土壤情况详见表 2。

表 2 试验田地土壤情况

项目	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)	As (mg/kg)	pH 值
土壤	11.23	48.16	5.63	9.48	7.65

1.2 试验设计与方法

试验为 2021~2022 年,将试验田地划分为面积相同的小区,每个小区面积 20 m²,随机排列小区。按照肥料情况设置 5 个实验组,肥料施入情况详见表 3。两种试验作物为连续种植,两季试验小区设置情况一致,在每种作物种植前按照施肥方案在小区田地施入肥料,所有有机肥均作为基肥,撒于表面后耕地,促使有机肥均匀分布在小区的耕作层。试验期间仔细观察每个小区作物生长情况,后续若需要追加肥料只能施入无机肥。

表 3 不同组别肥料施入情况

组别	施入肥料
①(空白对照组)	不施入有机肥
②(有机肥组)	施入商品有机肥,施入量 3.75 t/hm ²
③(有机肥组)	施入商品有机肥,施入量 7.50 t/hm ²
④(有机肥组)	施入商品有机肥,施入量 15.0 t/hm ²
⑤(有机肥组)	施入鸡粪,施入量 7.50 t/hm ²

1.3 测定项目与方法

(1)作物样本采集与测定。在两茬试验作物收获时,基于小区情况计算试验作物产量,并且利用微波消解法测定试验作物重金属积累情况,重金属元素为 Cu、Zn、Pb 及 As。试验作物重金属积累测试仪器为美国铂金埃尔默的原子吸收光度计和北京吉光的原子荧光光度计,测试的方法按照《NY 861—2004 粮食(含谷物、豆类、薯类)及制品中铅、镉、铬、汞、硒、砷、铜、锌等八种元素限量》进行。相关公式如下^[4]:

$$\text{增产率} = (\text{组别产量} - \text{对照组产量}) \times 100.0\%$$

结球甘蓝单球重/糯玉米单穗重增加率=(组别重量-对照组重量)×100.0%

(2)土壤样本的采集与测定。采集两茬试验作物收获后之后的土壤作为试验样本,测定土壤样本重金属积累情况。不同重金属指标测定方法不一样,其中 Cu、Zn 及 Pb 的测定按照《HJ 491-2019 土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法》进行测定,测定仪器为美国铂金埃尔默的原子吸收光度计。As 测定按照《GB/T 22105.2-2008 土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 2 部分:土壤中总砷的测定》进行测定,测定仪器为北京吉光的原子荧光光度计。

1.4 数据处理

本次研究当中的所有数据均采用 Excel 及 SPSS 软件进行数据统计及方差和显著性分析^[5]。

2 结果与分析

2.1 不同施肥方案对农产品质量安全的影响

2.2.1 不同施肥方案对试验作物质量影响

(1)结球甘蓝。由表 4 可知,和①组相比,②组

~⑤组的结球甘蓝产量及单球重均明显升高,其中,产量及单球重最优的是③组,增产率为 10.61%,单球重增加率为 12.61%。不同施肥方案对结球甘蓝产量情况详见表 4。

表 4 不同施肥方案对结球甘蓝产量情况

组别	产量(t/hm ²)	单球重(kg)
①	47.13 [*]	1.142 [*]
②	51.92 [*]	1.221 [*]
③	52.13 [*]	1.286 [*]
④	50.54 [*]	1.177 [*]
⑤	49.28 [*]	1.153 [*]

注:同列数据无不同符号表示处理间差异达到显著水平。

(2)糯玉米。由表 5 可知,和①组相比,②组~⑤组的糯玉米产量及单穗重均明显升高,其中,④组的增产率及单穗重增加率最高,分别是 8.23%及 5.49%。除此之外,②组~⑤组的 Vc 含量、可溶性糖含量及粗纤维含量情况均优于①组,其中,④组的 Vc 含量最高,②组可溶性糖含量最高,⑤组的粗纤维含量最低。

表 5 不同施肥方案对糯玉米产量及品质情况

组别	产量(t/hm)	单穗质量(kg)	Vc(mg/kg)	可溶性糖(%)	粗纤维(%)
①	12.63 [*]	0.401 ^{#+}	108.9 ⁺	5.28 [#]	14.88 [*]
②	12.42 [*]	0.387 ⁺	125.1 [*]	14.42 [*]	14.51 ^{*#}
③	13.49 [*]	0.411 ^{*#}	116.9 [#]	13.91 [*]	13.89 [#]
④	13.67 [*]	0.423 [*]	125.9 [*]	13.68 [*]	13.73 [#]
⑤	13.28 [*]	0.408 ^{*#}	125.4 [*]	13.41 [#]	13.42 [#]

通过结球甘蓝及糯玉米产量和单球重/单穗重情况可以发现,有机肥的使用可以起到一定的增产效果,并且单球重/单穗重也明显增加,结球甘蓝和糯玉米的品质有所提升。糯玉米 Vc 含量增加及粗纤维含量减少促使糯玉米的营养更加丰富,而可溶性糖含量增加促使糯玉米的口感更好,玉米更加香甜。

2.2.2 不同施肥方案对试验作物重金属积累影响

(1)结球甘蓝。由表 6 可知,除了未检出的 Pb 以外,商用有机肥及鸡粪有机肥对结球甘蓝中 Cu 及 As 含量的影响并不大,所以在 Cu 及 As 含量方面,②组~⑤组含量与①组相比差异并不显著。对于 Zn 而言,②组~⑤组含量均高于①组,说明有机肥的使用会促使结球甘蓝中重金属 Zn 含量明显增多,并且商用有机肥施用量越高,结球甘蓝中含有的 Zn 含量越高。低浓度商用有机肥对结球甘蓝 Zn 含量的影响要低于鸡粪有机肥。

表 6 不同施肥方案对结球甘蓝重金属积累情况 mg/kg

组别	Cu	Zn	Pb	As
①	0.11 [*]	3.01 [#]	未检出	0.022 [*]
②	0.10 [*]	3.12 [#]	未检出	0.026 [*]
③	0.14 [*]	3.71 [*]	未检出	0.026 [*]
④	0.10 [*]	3.71 [*]	未检出	0.020 [*]
⑤	0.15 [*]	3.44 [*]	未检出	0.017 [*]

(2)糯玉米。由表 7 可知,商用有机肥及鸡粪有机肥对糯玉米中 Cu、Zn 及 As 含量的影响并不大,所以在 Cu、Zn 及 As 含量方面,②组~⑤组含量与①组相比差异并不显著。对于 Pb 而言,只有商品有机肥施入量达到 15.0 t/hm² 时 Pb 含量会显著增加,并且与①组产生显著差异,这就说明商用有机肥施入量较高才会促使糯玉米 Pb 含量明显较低,而其他施入量商用有机肥及鸡粪有机肥对糯玉米 Pb 含量的影响并不大。

表 7 不同施肥方案对糯玉米重金属积累情况 mg/kg

组别	Cu	Zn	Pb	As
①	1.96 [*]	19.88 [*]	0.11 [#]	0.17 [*]
②	2.14 [*]	19.16 [*]	0.08 [#]	0.28 [*]
③	1.81 [*]	18.37 [*]	0.10 [#]	0.22 [*]
④	1.94 [*]	18.94 [*]	0.18 [*]	0.26 [*]
⑤	1.82 [*]	17.73 [*]	0.14 [#]	0.26 [*]

通过对结球甘蓝及糯玉米 Cu、Zn、Pb 及 As 重金属含量检测可以发现,有机肥使用会对结球甘蓝及糯玉米部分重金属含量造成相对显著的影响,其中,对结球甘蓝重金属含量影响明显的是 Zn,对糯玉米重金属含量影响明显的是 Pb,两种重金属含量虽然显著增加,但未超过国家规定标准,所以结球甘蓝及糯玉米仍旧安全,可以食用。由此得出结论,有机肥使用对农产品安全整体影响并不大,部分重金属含量虽然受到一定影响,但不会超过国家标准。

2.2 不同施肥方案对试验田地土壤重金属积累影响

由表 8 可知,对结球甘蓝收获之后的土壤样本而

表 8 不同施肥方案对结球甘蓝收获后土壤重金属积累情况

mg/kg

组别	Cu		Zn		Pb		As
	总量	有效铜	总量	有效锌	总量	有效铅	
①	18.26 ⁻	1.72 [#]	29.22 [#]	0.36 ⁺	6.12 ⁺	0.21 ⁺	3.40 ⁺
②	23.32 ^{+ -}	1.93 [#]	32.27 [*]	0.51 ⁺	6.91 ^{# +}	0.30 ⁺	3.11 ⁺
③	27.32 ^{# +}	1.88 [#]	32.87 [*]	0.89 [#]	8.47 [#]	0.61 [#]	3.81 [#]
④	30.08 [#]	1.87 [#]	33.51 [*]	1.01 [#]	9.93 ^{* #}	0.48 [#]	4.52 [*]
⑤	39.34 [*]	5.01 [*]	34.11 [*]	2.72 [*]	11.82 [*]	2.27 [*]	4.37 [*]

由表 9 可知,对糯玉米收获之后的土壤样本而言,商用有机肥及鸡粪有机肥不会对 Pb 总量产生显著影响,而低浓度商用有机肥并不会产生显著影响,所以在 Cu、Zn 及 Pb 总量方面,②与①组的差异并不显著。超出低浓度施用标准,商用有机肥施入量越高,土壤中 Cu、Zn 及 Pb 总量也会显著升高。然而商用有机肥对 Cu、Zn 及 Pb 总量的影响要小于鸡粪有机肥,商用有机肥施入量为 15.0 t/hm² 时的 Cu、Zn 及 As 总量要明显低于鸡粪有机肥,由此说明鸡粪有机肥对土样重金属积累的影响要明显高于

言,商用有机肥及鸡粪有机肥对土壤中 Cu、Zn 及 Pb 总量影响非常大,②组~⑤组含量要明显高于①组,差异非常显著,随着商品有机肥施入量的增加,土壤中 Cu、Zn 及 As 总量明显提升。商用有机肥施入量为 15.0 t/hm² 时,Cu、Zn 及 Pb 总量都要明显低于鸡粪有机肥,由此说明鸡粪有机肥对土样重金属积累的影响要明显高于商用有机肥。对于有效重金属含量方面,不同施入量的商用有机肥对有效铜产生的影响并不显著,鸡粪有机肥的影响较为显著。在有效锌及有效铅含量方面,商用有机肥施入量的升高会促使有效锌及有效铅含量明显升高,然而施入量最高的商用有机肥对土壤中有效锌及有效铅含量影响都要小于鸡粪有机肥。在 As 含量方面,只有②组对土壤中 As 含量的影响并不显著,这就说明施入低浓度商用有机肥对土壤中 As 含量影响并不大。超出低浓度施用标准,商用有机肥施入量越高,土壤中 As 含量也会显著升高。鸡粪有机肥也会对土壤中 As 含量产生显著影响,促使 As 含量明显升高,但是产生的影响要小于施入量为 15.0 t/hm² 的商用有机肥。

商用有机肥。对于有效重金属含量,不同施入量的商用有机肥对有效铜产生的影响并不显著,鸡粪有机肥的影响较为显著。在有效锌及有效铅含量方面,商用有机肥施入量的升高会促使有效锌及有效铅含量明显升高,然而施入量最高的商用有机肥对土壤中有效锌的影响要小于鸡粪有机肥。鸡粪有机肥对土壤中有效铅含量的影响只高于低浓度商用有机肥。在 As 含量方面,商用有机肥以及鸡粪有机肥的施用都不会产生较大影响,所以②组~⑤组含量与①组相比差异并不显著。

表 9 不同施肥方案对糯玉米收获后土壤重金属积累情况

mg/kg

组别	Cu		Zn		Pb		As
	总量	有效铜	总量	有效锌	总量	有效铅	
①	9.18 ⁺	1.82 [#]	80.14 ^{# +}	1.63 ⁻	13.48 [*]	1.42 ⁺	4.69 [*]
②	8.37 ⁺	2.11 [#]	79.02 ⁺	2.11 ⁺	14.02 [*]	1.93 [#]	4.61 [*]
③	11.57 ⁺	2.23 [#]	84.73 ^{* # +}	2.12 ⁺	15.61 [*]	2.18 ^{* #}	4.79 [*]
④	16.92 [#]	1.97 [#]	86.99 ^{* #}	3.09 [#]	15.72 [*]	2.53 [*]	4.78 [*]
⑤	26.53 [*]	2.66 [*]	89.03 [*]	3.52 [*]	14.58 [*]	2.38 [*]	4.88 [*]

贴大企业,借助大企业有效控制交易成本,增加财政投入,提供优质农业技术服务^[10]。

中国企业可以与外国大型企业合作交流农业技术,一方面,可以更好地了解新的农业技术;另一方面,还可以提高公司在世界上的威望和影响力。为了促进农业技术的推广,充分利用企业和市场资源的整合机会很重要。农业科技企业在配置农业资源时应与市场紧密相连,可以大大提高市场效率。

与外国比较的情况下,中国农业科技小企业研究和开发不足。小规模农业企业的内部体系不太稳定,管理机制相对薄弱。在企业发展过程中,现代管理方法可以有效提高企业管理水平,提供更全面、高效的农业技术服务。所有这些都是通过引进农业技术和创造积极的农业技术传播周期来实现的。

4 结语

推广农业技术是提高实际生产力、实现农业技术进步的有效手段。农业技术的发展有力地促进了农业现代化发展,也是实施乡村振兴战略的重要手段。社会主义市场经济体制要求建立适合农业技术的推广形式,我国目前的农业生产模式仍以合作生产责任制为基础,分散的小规模农业生产组织水平较低,需要相应调整。农业市场对技术的需求在产前和产后都在增加,相关部门在领导农业技术研发工作的同时,也应鼓励机构参与推广农业技术,以满

(上接第 41 页)

通过对两轮试验作物收获后土壤中 Cu、Zn、Pb 及 As 重金属含量检测可以发现,有机肥使用对土壤重金属积累的影响相对明显,大多数重金属含量重量都呈现非常明显的上升趋势,但是有效重金属含量的变化情况并不显著,部分有效重金属含量会明显的增加或者减少,但是均符合土壤环境质量标准,基于此,有机肥施用会对土壤环境影响并不大。

3 讨论

田间试验结果显示,有机肥施用对农产品质量的影响相对显著,可以显著提高农产品的产量和品质,但是对农产品安全性的影响并不大。在对土壤环境方面,土壤重金属含量虽然有所增加,但是对土壤环境的影响并不大,由此可以说明,合理施用有机肥对农产品质量安全及土壤环境均具有非常积极的作用。

足农业现代化的需要。

参考文献:

[1] 裴进伟,李静榕,李军. 2017 年汉中市农业技术推广人员培训工作创新研究[J]. 乡村科技,2018(1):14-16.

[2] 周宇翔. 乡村振兴背景下农业技术推广模式研究[D]. 南昌:江西财经大学,2020.

[3] 孙朝云,姜文英,冯俊丽,等. 乡村振兴战略视角下农业技术推广策略研究[J]. 农业与技术,2020,40(17):154-155.

[4] 万昌礼. 农业技术推广的“嵌入性”发展模式分析[J]. 乡村科技,2018(2):24-25.

[5] 潘小军. 我国农村信贷和农业保险互动模式研究[J]. 农村实用技术,2019(2):26+28.

[6] 梁洪杰. 乡村农业技术推广中存在的问题及对策[J]. 现代农业科技,2021(13):249-250.

[7] 杨统胜. 健全农业技术推广体系,助力乡村经济振兴[J]. 科学与财富,2021(2):232.

[8] 高德胜,路贵阳,张忠安. 乡村振兴战略视角下农业技术推广策略研究[J]. 农民致富之友,2021(32):145-146.

[9] 李小鹏. 乡村振兴战略下加强农业技术推广的价值研究[J]. 农家科技(下旬刊),2021(5):268.

[10] 严黎明. 论新时代下如何以农业技术推广现代化助力乡村振兴[J]. 农业科学(2630-4678),2018(2):5-6.

作者简介:刘 森,女,1985 年生,研究生、农艺师。研究方向为农业技术推广与应用、绿色农业。

参考文献:

[1] 车宗娥. 土壤肥料对农产品质量的影响及优化建议[J]. 农家参谋,2022,43(20):31-33.

[2] 曹巧滢,詹曜玮,丁尔全,等. 分次施用碱性肥料对土壤 pH 及土壤镉有效性的影响[J]. 农业环境科学学报,2022,41(7):1483-1489.

[3] 郭玉庆. 探析土壤肥料对农产品质量的影响及发展[J]. 新农业,2022(2):9.

[4] 高浩展,沈金晶,王冰怡. 不同肥料及配比对土壤肥力和玉米产量的影响研究[J]. 南方农机,2021,52(8):15-20.

[5] 潘延江. 有机肥料的发酵探究分析与农产品质量影响[J]. 吉林蔬菜,2023(1):100-101.

作者简介:陈 佳,女,1988 年生,工程师。研究方向为主要研究有机肥施用对农产品、土壤的影响,沼液沼肥的施用对土壤的影响。

敬 坤,男,1987 年生,工程师。研究方向为沼液沼肥的施用对土壤的影响。