洪永忠,王世华,杨国盟,等. 3 种典型有机肥对魔芋土壤养分吸收量和品质的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(15):114 – 118.
doi:10.15889/j.issn.1002 – 1302.2022.15.018

3 种典型有机肥对魔芋土壤养分吸收量和品质的影响

洪永忠[1], 王世华[2], 杨国盟[3], 徐胜光[1], 马焕锦[1], 李　宇[1], 潘春妹[1], 范志伟[1]
(1. 昆明学院农学与生命科学学院/云南省高校生物炭工程研究中心,云南昆明 650214;
2. 云南省镇雄县雨河镇农业农村和集体经济发展中心,云南镇雄 657200; 3. 曲靖职业技术学院,云南曲靖 655000)

摘要:已有研究表明,不同有机肥对土壤养分的提升效应不同,但是,不同有机肥对植株的土壤养分吸收量的影响却尚未有人关注。以花魔芋以及蚕沙、鸡粪和羊粪 3 种典型有机肥为材料,通过观测魔芋根际土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量,以及魔芋球茎的葡甘聚糖含量和水溶胶黏度,研究了 3 种典型有机肥对魔芋的土壤养分吸收量和魔芋品质的影响差异。试验结果表明:蚕沙有机肥处理的根际土壤有机质含量 1.72%,显著小于羊粪有机肥处理的 2.10% 和鸡粪有机肥处理的 2.70%($P<0.05$);蚕沙有机肥处理的碱解氮、有效磷和速效钾含量,均显著小于羊粪有机肥处理和鸡粪有机肥处理($P<0.05$);蚕沙有机肥处理的魔芋球茎氮磷钾元素含量总体高于羊粪有机肥处理和鸡粪有机肥处理;蚕沙有机肥处理的魔芋葡甘聚糖含量和水溶胶黏度值显著小于羊粪有机肥处理($P<0.05$),但是与鸡粪有机肥处理差异相对较小;蚕沙有机肥处理的魔芋产量 50 227.50 kg/hm^2,显著高于鸡粪有机肥处理的 43 875 kg/hm^2 和羊粪有机肥处理的 44 542.50 kg/hm^2($P<0.05$)。以上结果说明:蚕沙有机肥相对于羊粪和鸡粪有机肥可以促进魔芋对土壤有机质和氮磷钾元素的吸收,并因此提高魔芋产量,该有机肥具有的促进矿质元素和有机质吸收效应值得进一步关注。蚕沙有机肥对魔芋产量的提高会伴随着魔芋葡甘聚糖含量和水溶胶黏度值的下降,在生产实践中,可通过增施钾肥措施予以应对。

关键词:有机肥;蚕沙;土壤养分;魔芋
中图分类号: S632.306　　**文献标志码:** A　　**文章编号:**1002 – 1302(2022)15 – 0114 – 05

魔芋为天南星科(Araceae)魔芋属(*Amorphophallus*)多年生单子叶植物[1],球茎中富含葡甘聚糖,在食用、药用及保健品开发等方面有诸多应用,并因此广泛种植于我国秦岭以南的山区[2-3]。据不完全统计,近年来魔芋规模化种植面积已逾 10 多万 hm^2,工农业总产值达数百亿元[4]。

由于有机肥具有增加土壤有机质和改善土壤理化性质等优点[5-6],因而已在魔芋等各类作物栽培中被广泛应用。就不同有机肥对土壤养分的影响而言,前人已有较多研究,例如陈晓萍等研究发现,蚕沙有机肥比羊粪有机肥提高土壤有机质、有

收稿日期:2022 – 05 – 14
基金项目:国家自然科学基金(编号:4206070033);云南省地方高校联合专项(编号:202001BA070001 – 180);云南省教育厅研究生项目(编号:2022Y714);云南省科技计划项目(编号:202202AE090015)。
作者简介:洪永忠(1996—),男,云南临沧人,硕士研究生,从事资源利用与植物保护相关研究。E – mail:hongyz2020@136.com。
通信作者:范志伟,博士,讲师,从事农业可持续发展研究。E – mail:65192012@qq.com。

[12]陈　明,王　岩. 库尔勒香梨主干结果模式栽培技术[J]. 农村科技,2019(3):46 – 47.
[13]井春芝,魏朝晖,何晓霞. 库尔勒香梨的简约化栽培[J]. 西北园艺(果树),2017(1):18 – 20.
[14]胡杰生. 黄金梨春季精细管理技术[J]. 果农之友,2020(1):10 – 12.
[15]王越男. 密植梨树成形技术研究[D]. 邯郸:河北工程大学,2020.
[16]张鹏飞,蒋　伟,刘亚令,等. PBO 处理对梨萼片脱落调控效果的影响[J]. 山西农业科学,2013,41(8):816 – 818,888.
[17]胡　波,何华平. PBO 对金水 1 号梨新梢生长与座果的影响(初报)[J]. 西南园艺,1999(2):15 – 16.
[18]姜彦辰. 梨萼片脱落与宿存果实内源激素及品质的差异研究[D]. 南京:南京农业大学,2011.
[19]李洪宇,刘万科,李俊强. 梨树夏季栽培管理技术[J]. 现代农村科技,2019(6):37.
[20]曾少敏,黄新忠,张长和,等. 梨贴干拉枝效应与操作技术[J]. 中国南方果树,2018,47(4):151 – 152.
[21]吴玉虎. 皇冠梨丰产栽培技术[J]. 中国园艺文摘,2017,33(9):206 – 207.
[22]杨春梅. 梨树新型高密植栽培模式探讨[J]. 中国园艺文摘,2017,33(5):204,208.

效磷和速效钾含量效果更好[7];原寒等研究的结果表明,腐熟牛粪有机肥相对于腐熟兔粪和大豆发酵有机肥提高土壤中有机碳、全氮、全磷和全钾含量[8]。但是已有研究却少有关注不同有机肥对植株的土壤有机质和氮磷钾元素吸收量的影响。同时,也尚未有研究关注不同有机肥对魔芋品质指标即葡甘聚糖含量和黏度值的影响。

针对上述问题,本研究以花魔芋和蚕沙、鸡粪和羊粪 3 种典型有机肥为材料,通过观测魔芋根际土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量,以及魔芋葡甘聚糖含量和产量,研究了蚕沙等 3 种典型有机肥对魔芋的土壤养分吸收量和魔芋品质的影响差异,为揭示有机肥对魔芋养分利用和品质形成的影响机制奠定基础。

1　材料与方法

1.1　试验地概况

试验于 2021 年在云南省昆明市呈贡区瑞雪农草莓园(102°83′E,24°85′N,海拔 1 913.8 m)进行;试验地年均温 14.7 ℃,年蒸发量 2 384 mm,年日照时数 2 200 h,无霜期 285 d,常年平均降水量为 960 mm,主要集中在 6—10 月;试验地土壤为山地红壤,pH 值为 7.2,有机质含量为 3.2%,含全氮 0.18%、全磷 1.45 g/kg、全钾 9.31 g/kg。

1.2　试验设计

供试魔芋品种为在云南实际生产中广泛应用的花魔芋(*Amorphophallus konjac* K. Koch)。有机肥由云南千州生物有限公司提供,其中鸡粪有机肥有机质含量为 25.5%,氮磷钾元素含量分别为 1.63%、1.54% 和 0.85%,羊粪有机肥有机质含量为 26.0%,氮磷钾元素含量分别为 0.90%、0.50%、0.45%,蚕沙中有机质含量为 36.0%,氮磷钾元素含量分别为 2.20%、0.65%、0.30%。

试验设鸡粪(T1)、羊粪(T2)和蚕沙(T3)有机肥 3 个处理,3 次重复,随机区组布局。各处理种植密度为 25 000 株/hm^2,株行距均为 50 cm × 80 cm。之所以选择以上 3 种典型有机肥作为试验材料,是因为农业生产中鸡粪数量较多且含大量病原物和各种寄生虫,需考虑如何合理化利用[9-10],羊粪的有机质含量较高[11],蚕沙则具有活化土壤磷钾元素效应[12-14]。

1.3　种植管理

起垄开沟双行播种,垄高和垄宽分别为 30 cm 和 100 cm,沟深和沟宽分别为 30 cm 和 50 cm。播种和收获时间分别为 2021 年 5 月 4 日和 12 月 9 日。为了准确探究不同有机肥是否影响魔芋对土壤养分的吸收量,施用有机肥时遵循了各处理有机质含量一致的原则[15]。具体是,以 5 737.50 kg/hm^2 的有机质施入量为基准,鸡粪、羊粪和蚕沙有机肥施用量分别为 22 500、22 067.31、15 937.50 kg/hm^2,后期不再追肥。不同处理的有机肥施用量不同以及不同有机肥的氮磷钾元素含量不一致,会导致不同处理的氮磷钾元素施入量不一致,因此播种时加施尿素、过磷酸钙和硫酸钾等化学肥料,以保证各处理氮磷钾元素施入量一致。采用滴灌与喷灌相结合的方式,视天气状况每 10 ~ 15 d 浇 1 次水;除草、病虫害防治与种植地区生产实践一致。

1.4　观测指标与方法

2021 年 12 月 9 日收获魔芋时,用抖根法[16]采集每个处理的 5 株魔芋植株根际土壤。土壤有机质含量测定采用重铬酸钾外加热法[17],土壤碱解氮测定采用扩散法[18],土壤有效磷测定采用 $NaHCO_3$ 浸提 - 钼锑抗比色法[19],土壤速效钾测定采用乙酸铵浸提 - 原子吸收火焰光度计法[20]。魔芋块茎全氮测定采用杜氏法,全磷测定采用酸溶 - 钼锑比色法,全钾测定采用火焰光度计法法[21]。采用 NY/T 494—2010《魔芋粉》所规定的方法测定魔芋葡甘聚糖含量和黏度值。魔芋收获时,每个处理随机选取 15 株称量块茎鲜质量,并按 25 000 株/hm^2 的种植密度折合公顷产量。

1.5　数据处理

采用 SPSS26.0 对数据进行统计分析,Duncan's 法进行差异显著性分析,显著水平均为 $\alpha = 0.05$,使用 Origin 2021 作图。

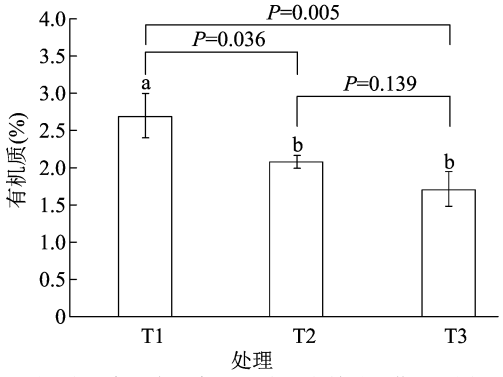
2　结果与分析

2.1　不同有机肥对魔芋根际土壤有机质的影响

土壤有机质是指土壤中以碳、氮、氢、氧元素为主,以及少量硫、磷和金属元素组成的有机化合物,其含量多少是衡量土壤肥力的重要指标。由图 1 可知,T1、T2 和 T3 各处理根际土壤有机质含量分别为 2.70%、2.10% 和 1.72%,T3 处理较 T1 处理显著降低 36.47%,T2 处理较 T1 处理显著降低 22.31%,T2 处理与 T3 处理无显著差异。

2.2　不同有机肥对魔芋根际土壤碱解氮、有效磷和速效钾的影响

由图 2 可知,T1、T2、T3 各处理碱解氮含量分别



不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下图同

图1　不同处理的魔芋根际土壤有机质含量比较(均值标准误)

为 80.76、72.01、58.10 mg/kg,T3 处理较 T1 和 T2 处理分别显著降低 28.10% 和 19.30%,T2 处理较 T1 处理显著降低 10.80%;T1、T2 和 T3 各处理有效磷含量分别为 4.23、3.04、2.16 mg/kg,T3 处理较 T1 和 T2 处理分别显著降低 48.99% 和 28.92%,T2 处理较 T1 处理显著降低 28.23%;T1、T2、T3 各处理土壤速效钾含量分别为 161.48、150.08、84.71 mg/kg,T3 处理较 T1 和 T2 处理分别显著降低 47.54% 和 43.04%,T1 处理与 T2 处理差异已达边缘显著。

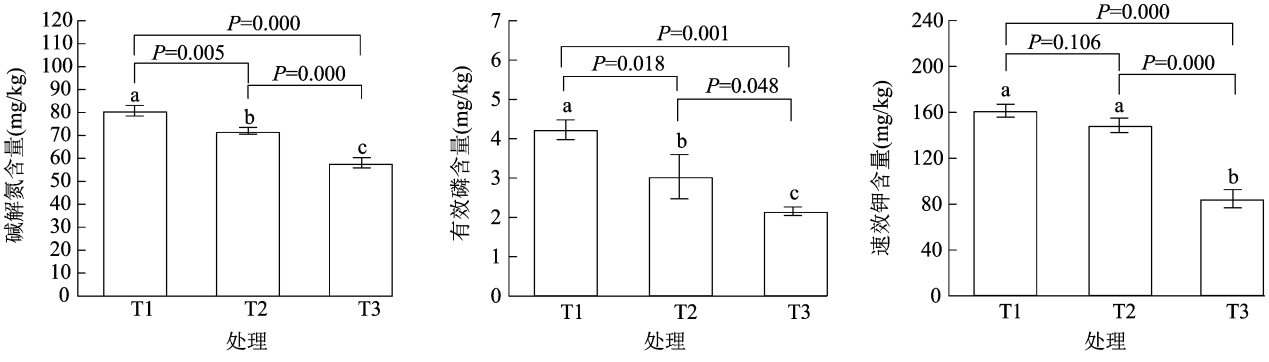


图2　不同处理的魔芋根际土壤碱解氮、有效磷和速效钾含量比较(均值标准误)

2.3　不同有机肥对魔芋球茎氮磷钾含量的影响

由图 3 可知,T1、T2、T3 各处理魔芋球茎的全氮含量分别为 14 300、16 433、16 866 mg/kg,T2 处理和 T3 处理较 T1 处理分别显著提高 14.91% 和 17.95%,T2 处理与 T3 处理无显著差异;T1、T2、T3 各处理魔芋球茎的全磷含量分别为 343.08、392.36、566.54 mg/kg,T3 处理较 T1 和 T2 处理分别显著提高 65.21% 和 44.44%,T1 处理与 T2 处理无显著差异;T1、T2、T3 各处理魔芋球茎的全钾含量分别为 17 726.89、18 741.08、20 480.36 mg/kg,T3 处理较 T1 处理显著提高 15.53%,T2 处理与其余处理无显著差异。

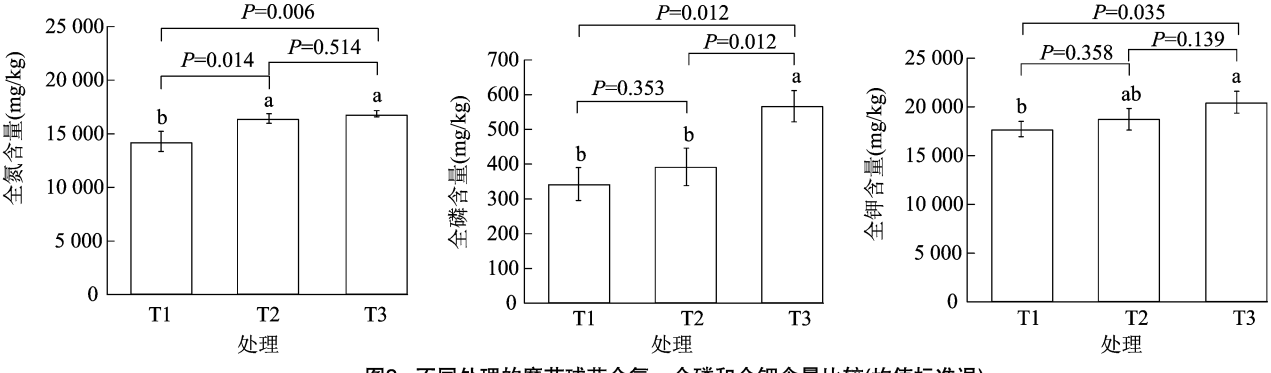


图3　不同处理的魔芋球茎全氮、全磷和全钾含量比较(均值标准误)

2.4　不同有机肥对魔芋球茎葡甘聚糖含量和黏度值的影响

葡甘聚糖是魔芋球茎所含的中性高分子多糖,具有良好的吸水性、成膜性、胶凝性和保湿性等特殊生理功能,其含量高低以及其水溶胶黏度是评价魔芋品质最重要的指标。由图 4 可知,T1、T2 和 T3 各处理的魔芋葡甘聚糖含量分别为 24.88%、31.57% 和 26.75%,T2 处理较 T1 和 T3 处理分别显著提高 26.89% 和 18.02%,T3 处理与 T1 处理无显著差异;T1、T2、T3 各处理的魔芋黏度值分别为 900.67、7 505、5 657.17 mPa·s,T2 处理较 T1 和 T3 处理分别显著提高 733.47% 和 32.70%,T3 处理较

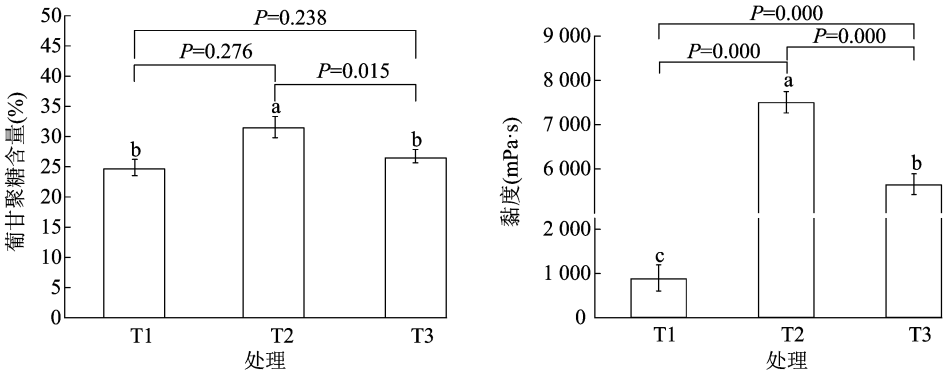


图4　不同处理的魔芋球茎葡甘聚糖含量和黏度值比较(均值标准误)

T1 处理显著提高 528.11%。

2.5　不同有机肥对魔芋产量的影响

由图 5 可知,T1、T2、T3 各处理魔芋产量分别为 43 875、44 542.50、50 227.50 kg/hm^2,T3 处理较 T1 和 T2 处理分别显著提高 14.48% 和 12.76%,T1 处理与 T2 处理处理无显著差异。

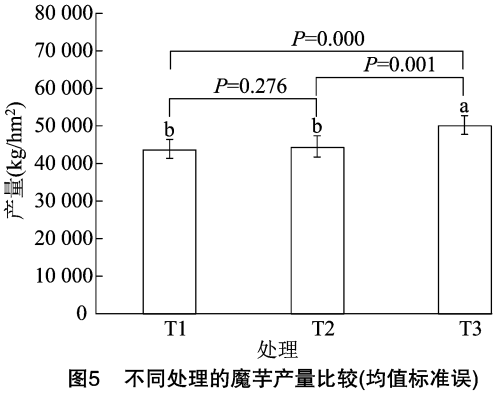


图5　不同处理的魔芋产量比较(均值标准误)

3　讨论

土壤有机质在改善土壤理化性质、保证植物正常生长方面发挥着重要作用,被称为“土壤养分储藏库”[22]。前人已对不同有机肥对土壤有机质含量的影响进行了研究,例如陈晓萍等发现,蚕沙有机肥比羊粪有机肥提高土壤有机质含量效果更好[7],但是已有研究却少有关注不同有机肥对植株的土壤有机质吸收量的影响差异。本研究结果表明,与鸡粪和羊粪有机肥相比,蚕沙有机肥处理的根际土壤有机质含量最低,由于各处理的起始有机质含量一致,因此这一结果说明,相对于施用鸡粪和羊粪有机肥,蚕沙有机肥处理的土壤有机质被作物更多吸收利用,即蚕沙有机肥相对鸡粪和羊粪有机肥更可以提高作物对土壤有机质的吸收。

作物根际土壤的氮磷钾元素含量与作物的生理代谢、生长发育和产量形成密切相关[23]。不同有机肥对土壤氮磷钾元素含量影响的研究已有较多见于报道,例如,原寒等的研究结果表明,牛粪有机肥比兔粪和大豆发酵有机肥提高土壤全氮、全磷和全钾含量效果更佳[8]。但是,已有研究却少有关注不同有机肥对植株氮磷钾吸收量的影响。本研究结果表明,与鸡粪和羊粪有机肥相比,蚕沙有机肥处理的根际土壤碱解氮、有效磷和速效钾含量最低,且魔芋球茎的氮磷钾元素含量最高。由于本试验中,各处理氮磷钾元素施入量一致,进而根据上述结果可以推断,蚕沙有机肥相对鸡粪和羊粪有机肥更可促进魔芋对土壤氮磷钾元素的吸收。这一发现也被李庆荣等[12-13]和吴日章等[14]的研究结果证实,其研究发现蚕沙有机肥具有解磷和解钾的菌株,有利于土壤中被固定的磷钾元素被重新释放利用。当然其具体机理究竟如何仍需进一步研究。

葡甘聚糖是魔芋地下球茎的主要成分[24],其优良的理化性质使得魔芋葡甘聚糖在食品工业、生物医学、功能材料等领域具有广泛的应用[25-26]。已有研究表明,相对于不施任何肥料,施用有机肥可以显著提高魔芋葡甘聚糖含量[27],但是尚未有研究报道不同有机肥对魔芋葡甘聚糖含量的影响差异。本研究结果表明,羊粪有机肥处理的魔芋葡甘聚糖含量和水溶胶黏度值显著高于鸡粪和蚕沙有机肥处理,但鸡粪和蚕沙有机肥处理之间的差异则相对较小。这应该是因为,尽管钾元素吸收和魔芋葡甘聚糖的形成密切相关[28],蚕沙有机肥处理相对鸡粪和羊粪有机肥处理的钾元素吸收量高应该更有利于其葡甘聚糖形成,但是,由于蚕沙有机肥处理的魔芋产量高于鸡粪和羊粪有机肥处理,导致其葡甘聚糖被稀释而含量降低,因此蚕沙有机肥处理的魔芋葡甘聚糖含量反而与鸡粪有机肥处理无显著差

异,甚至显著小于羊粪有机肥处理。由于钾肥有利于葡甘聚糖在魔芋块茎积累[28],因此这种产量增加伴随葡甘聚糖含量下降的情况,可以考虑通过增施钾肥措施予以应对。

4　结论

蚕沙有机肥相对于羊粪和鸡粪有机肥可以促进魔芋对土壤有机质、碱解氮、有效磷和速效钾的吸收,并因此提高魔芋产量。蚕沙有机肥具有的促进矿质元素和有机质吸收效应值得进一步关注。蚕沙有机肥对魔芋产量的提高会伴随着魔芋葡甘聚糖含量和水溶胶黏度值的下降,在生产实践中,可通过增施钾肥措施予以应对。

参考文献:

[1]王佰涛,杨文玲,雷　高,等. 基于高通量测序的魔芋根际土壤真菌多样性分析[J]. 西南农业学报,2022,35(4):804 – 811.

[2]陈恩发,刘　辉,丁海兵,等. 魔芋软腐病 *pelD* 和 *pelE* 基因的克隆与表达分析[J]. 西南农业学报,2021,34(3):495 – 500.

[3]古洪辉,汪正香,蒋　雄,等. 魔芋软腐病及其防治研究进展[J]. 农学学报,2018,8(9):15 – 19.

[4]赵小明,李增义,崔　鸣,等. 安康魔芋软腐病防治技术初步研究[J]. 西北农业学报,2021,30(8):1263 – 1270.

[5]夏思瑶,王　冲,王新宇. 施用有机肥对生菜产量和品质影响的 Meta 分析[J]. 中国土壤与肥料,2021(6):312 – 318.

[6]李健铭,刘青丽,李志宏,等. 不同有机肥料对烤烟氮素吸收和产值的影响[J]. 江苏农业科学,2022,50(9):83 – 88.

[7]陈晓萍,谢亚军,罗光恩,等. 蚕沙有机肥的养分特性及其肥效[J]. 应用生态学报,2011,22(7):1803 – 1809.

[8]原　寒,徐子雯,岑　宇,等. 不同有机肥对土壤养分及大蒜生长发育的影响[J]. 山东农业科学,2019,51(7):60 – 66.

[9]熊仕娟,徐卫红,杨　芸,等. 不同温度下微生物和纤维素酶对发酵猪粪理化特性的影响[J]. 环境科学学报,2014,34(12):3158 – 3165.

[10]刘玉莹,范　静. 我国畜禽养殖环境污染现状、成因分析及其防治对策[J]. 黑龙江畜牧兽医,2018(8):19 – 21.

[11]邱吟霜,王西娜,李培富,等. 不同种类有机肥及用量对当季旱地土壤肥力和玉米产量的影响[J]. 中国土壤与肥料,2019(6):182 – 189.

[12]李庆荣,廖森泰,邢东旭,等. 蚕沙解磷菌株 SEM – 5 的分离鉴定及其溶磷作用[J]. 南方农业学报,2021,52(3):797 – 805.

[13]李庆荣,廖森泰,邢东旭,等. 蚕沙堆肥过程中解磷解钾细菌的分离与鉴定[J]. 蚕业科学,2018,44(5):753 – 759.

[14]吴日章,杨　琼,代燕丽,等. 蚕沙分离的溶磷解钾菌株 OP6 发酵配方[J]. 农业工程,2019,9(3):45 – 49.

[15]罗　佳,盛建东,王永旭,等. 不同有机肥对盐渍化耕地土壤盐分、养分及棉花产量的影响[J]. 水土保持研究,2016,23(3):48 – 53.

[16]吴　瑕,杨凤军,张文慧,等. 间作对分蘖洋葱与番茄根际土壤磷转化强度及磷细菌群落结构的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2019,25(8):1422 – 1433.

[17]黄　翔,杜　雷,洪　娟,等. 重铬酸钾外加热法和 ASI 法测土壤有机质相关性研究[J]. 湖北农业科学,2020,59(15):122 – 125.

[18]莎　娜,张三粉,骆　洪,等. 两种土壤碱解氮测定方法的比较[J]. 内蒙古农业科技,2014(6):25 – 26,33.

[19]黄河清,储德韧,章明洪. 无机肥料中有效磷含量的测定国际标准制定研究[J]. 中国土壤与肥料,2021(1):346 – 349.

[20]胡　俊. 土壤中有效氮磷钾的快速检验[J]. 生物化工,2018,4(4):30 – 36.

[21]南京农学院. 土壤农化分析[M]. 中国农业出版社,1980:39 – 79.

[22]Minasny B,Malone B P,Mcbratney A B,et al. Soil carbon 4 per mille[J]. Geoderma,2017,292:59 – 86.

[23]郜永博,王世显,魏　珉,等. 氮磷钾用量对基质培茄子产量、根系形态和根际微生物数量与酶活性的影响[J]. 中国农业科学,2021,54(21):4623 – 4634.

[24]段曾平,周晓罡,汉瑞林,等. 肥效微生物菌剂对魔芋及其栽培土壤的影响[J]. 西南农业学报,2021,34(7):1497 – 1502.

[25]陆　舟,蔡东山,邱蓝昊,等. 魔芋葡甘聚糖对凝固型酸乳品质的影响[J]. 食品科技,2021,46(6):229 – 233.

[26]胡　燕,邹　建,袁晓晴. 响应面法优化脱乙酰魔芋葡甘聚糖/κ – 卡拉胶可食性膜的制备工艺[J]. 江苏农业学报,2020,36(4):1041 – 1048.

[27]张忠良,何　斐,薛泉宏. 魔芋专用生防放线菌有机肥对板栗林下魔芋的促生作用[J]. 西北农业学报,2016,25(7):1056 – 1061.

[28]段玉云,董　坤,王片吉,等,潘开华. 富源花魔芋对不同硝酸钾施用量的吸收利用[J]. 西南农业学报,2015,28(4):1697 – 1701.