

Study on Nutrient Release Law of Organic Fertilizer of Livestock and Poultry

Fuli Zheng, Bosong Zhang, Rongzong Cui, Jianlin Wei, Guosheng Li, Yan Li, Deshui Tan*

Agricultural Resources and Environment Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Shandong Provincial Key Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizer, Jinan Shandong
Email: *miss_xin@126.com

Received: Apr. 3rd, 2018; accepted: Apr. 21st, 2018; published: Apr. 28th, 2018

Abstract

A laboratory incubation experiment was conducted using chicken and pig manures. The dynamic changes in mineral nitrogen and Olsen-P and avail-K were studied. Results showed that different organic fertilizers had different nutrient release characteristics. Respectively after the application of organic fertilizers in soil for 150 days, the releases of mineral nitrogen, Olsen-P and avail-K of chicken manure were 37.88%, 30.21% and 84.49% respectively; the releases of mineral nitrogen, Olsen-P and avail-K of pig manure were 18.87%, 60.07% and 68.93% respectively; the releases of mineral nitrogen, Olsen-P and avail-K of sheep manure were 11.71%, 2.96% and 42.71% respectively; the releases of mineral nitrogen, Olsen-P and avail-K of cow dung were 7.83%, 66.02% and 9.83% respectively. Results showed that after 150 days which organic fertilizers were applied, 60%~70% of N and P in chicken manure had not been mineralized or were re-fixed in soil; 50% N and 40% P in pig manure were residues in soil; 90% of N and P in sheep manure were residues in soil; 34% P and 90% N in cow dung were residues in soil.

Keywords

Chicken and Pig Manures, Mineral Nitrogen, Available Phosphorus, Available Potassium, Nutrient Releasing

畜禽类有机肥料的养分释放规律研究

郑福丽, 张柏松, 崔荣宗, 魏建林, 李国生, 李燕, 谭德水*

山东省农业科学院农业资源与环境研究所, 山东省植物营养与肥料重点实验室, 山东 济南
Email: *miss_xin@126.com

收稿日期: 2018年4月3日; 录用日期: 2018年4月21日; 发布日期: 2018年4月28日

*通讯作者。

文章引用: 郑福丽, 张柏松, 崔荣宗, 魏建林, 李国生, 李燕, 谭德水. 畜禽类有机肥料的养分释放规律研究[J]. 土壤科学, 2018, 6(2): 48-54. DOI: 10.12677/hjss.2018.62006

摘要

选用腐熟的鸡粪、猪粪、羊粪和牛粪为试验材料,通过室内培养试验,研究了有机肥料中矿质氮、有效磷和速效钾的养分释放特征。研究表明,不同品种有机肥具有不同的养分释放特征。培养150天后,鸡粪的矿质氮、Olsen-P和速效钾释放量分别为37.88%、30.21%和84.49%;猪粪的矿质氮、Olsen-P和速效钾释放量分别为18.87%、60.07%和68.93%;羊粪的矿质氮、Olsen-P和速效钾释放量分别为11.71%、2.96%和42.71%;牛粪的矿质氮、Olsen-P和速效钾释放量分别为7.83%、66.02%、9.83%。表明各有机肥施入土壤经过150天之后,鸡粪仍会有60%~70%未被矿化或矿化后被重新固定的氮磷残留在土壤中,猪粪有50%的N和40%的P被残留在土壤里,羊粪90%以上的氮磷都被残留在土壤中,牛粪有34%的磷和90%的氮被残留在土壤中。

关键词

有机肥料, 矿质氮, 有效磷, 速效钾, 养分释放

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我们畜禽养殖业的迅速发展,利用畜禽粪便加工而成的有机肥料越来越多的应用于农业生产中,特别是在无公害和绿色农业生产中,是提高土壤肥力、净化生态环境和资源有效再利用的重要措施[1]。畜禽粪便中除了含有农作物生长必需的大量元素氮磷钾和有机质外,还含有相当数量的中微量元素及氨基酸、糖、维生素等有机营养成分[2],是一种优质的有机肥源。有机肥料施入土壤后的养分循环是当前国内研究的一个核心问题[3][4]。关于有机肥的研究多集中在改善土壤理化性状、土壤肥力、土壤养分平衡等培肥效果,以及提高作物产量、品质等方面,而对有机肥的转化和释放规律的研究较少,因此研究不同有机肥料在土壤中的营养元素释放规律,对进一步完善作物生产中有机肥料的施用有着重要的作用。不同畜禽的有机肥料特性各不相同,为此本研究针对目前常用的几种畜禽类有机肥料,采用室内培养试验,研究了施用不同鸡粪、猪粪、牛粪和羊粪后 N、P、K 养分的释放特性,为合理施用畜禽有机肥料,促进农业生态环境中的养分平衡,实现生产与环境协调发展提供依据。

2 材料与方法

2.1. 试验材料

供试土壤为潮土,取自济南郊区,经风干后过 2 mm 筛,其 pH 7.81,有机碳 1.047%,硝态氮 71.16 mg/kg,铵态氮 4.57 mg/kg,速效磷 13.99 mg/kg,速效钾 200.7 mg/kg。有机肥料样品经风干粉碎后过 1 mm 筛备用。鸡粪 1 为发酵的干鸡粪,牛粪 2 为鲜牛粪,其余为当地市场销售的商品有机肥料。各种有机肥料的基本性状见表 1。

2.2. 试验设计

试验采用室内恒温培养法。设对照(CK,不施有机肥)和不同有机肥料共 7 个处理,每个处理 33 次重

Table 1. Basic properties of organic fertilizers**表 1.** 有机肥料的基本性状

处理	有机肥养分状况				有机肥速效养分状况				pH	每 1 kg 土带入的养分状况			
	N%	P%	K%	C/N	硝态氮 mg/kg	铵态氮 mg/kg	速效磷 mg/kg	速效钾 mg/kg		硝态氮 mg/kg	铵态氮 mg/kg	速效磷 mg/kg	速效钾 mg/kg
鸡粪	4.11	1.61	1.64	7.29	9.00	5208.32	84.81	8120	6.93	0.01	5.71	0.48	46.33
牛粪	1.10	0.11	1.61	8.28	872.50	17.8	51.01	952	7.54	4.68	0.10	1.37	25.54
羊粪	2.30	0.22	1.67	8.09	21.00	4013.36	453.79	3585	8.23	0.05	12.40	5.63	44.46
猪粪	2.98	0.30	1.47	10.22	33.00	2508.44	11.42	8148	7.22	0.06	8.91	0.10	72.62

复。称取风干过 2 mm 筛的土壤 200 g, 按照 200 mg N kg⁻¹ 土(以全氮计)施入供试有机肥, 有机肥与土壤充分混匀后装入不透明塑料瓶中, 按田间最大持水量(WHC)的 60% 加入去离子水, 用透气的保鲜膜封口, 每 2 d 采用称重法补充去离子水使水分含量恒定, 于 25 度恒温条件下进行培养。从培养之日起, 分别于培养后第 0、3、7、15、30、45、60、75、90、120 d、150 天取样, 每次每个处理取出 3 个重复, 用于测定 NH₄-N、NO₃-N、有效磷和速效钾。每次取样剩余样品继续培养。

2.3. 测定项目与方法

土壤有机质采用重铬酸钾氧化-外加热法测定; 硝态氮和铵态氮采用 1 mol/L 氯化钾浸提(土水比为 1:5), 全自动间断化学分析仪(AUTOCHEM200)测定; 有效磷采用 0.5 mol/l 碳酸氢钠浸提(土水比为 1:20), 钼锑抗显色-分光光度计法测定; 速效钾采用 1 mol/l 乙酸铵浸提(土水比为 1:10)-火焰光度计法测定。有机肥全氮、全磷、全钾采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消解, 定氮仪测定全氮, 钒钼黄显色一分光光度计法测定全磷, 火焰光度计法测定全钾[5]。

氮释放量 = (土壤矿质氮 - CK 中矿质氮)/施氮量 × 100%。

磷释放量 = (土壤有效磷 - CK 中有效磷)/施磷量 × 100%。

钾释放量 = (土壤速效钾 - CK 中速效钾)/施钾量 × 100%。

3. 结果与分析

3.1. 土壤矿质氮的动态变化

3.1.1. 土壤铵态氮的动态变化

从表 1 中可以看出, 不同的畜禽有机肥所含的铵态氮含量差别很大, 在等氮量条件下各有机肥施入土壤后, 铵态氮含量高的有机肥处理其土壤中铵态氮含量也迅速增加。从图 1 土壤中铵态氮的变化中可以看出, 牛粪处理土壤铵态氮含量的变化与对照处理基本接近, 说明牛粪施入土壤后对土壤铵态氮几乎没有影响。而猪粪、羊粪和鸡粪在培养初期都迅速增加了土壤铵态氮含量, 在之后培养的前 15 天内铵态氮含量又急剧下降, 到第 15 天时各畜禽类有机肥处理的铵态氮含量甚至低于了对照处理, 出现了土壤铵态氮的净固定, 之后铵态氮含量维持在较低水平, 与对照处理没有显著的差异, 直至培养 150 d 后土壤铵态氮含量只有 4.27~7.15 mg/kg。

3.1.2. 土壤矿质氮动态变化

图 2 为不同畜禽有机肥处理在不同培养时期土壤矿质氮的释放量。在等氮量条件下, 由于有机肥品种不同其特性也不同, 施入后有机氮素的矿化及对土壤矿质氮的激发效应也不一致, 各处理在整个培养过程表现出来的规律也不相同。鸡粪处理培养始时矿质氮的释放量为 40% 左右, 随后逐渐增加, 在培养

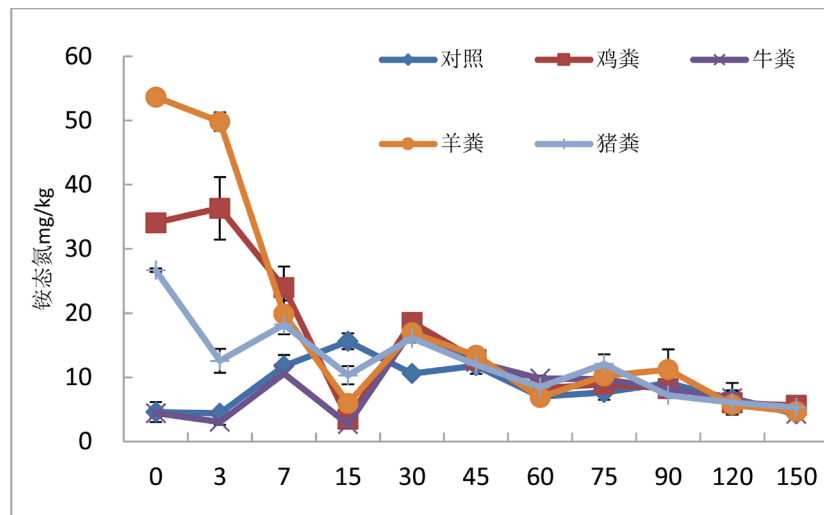


Figure 1. Dynamic changes of soil ammonium nitrogen
图 1. 土壤铵态氮动态变化

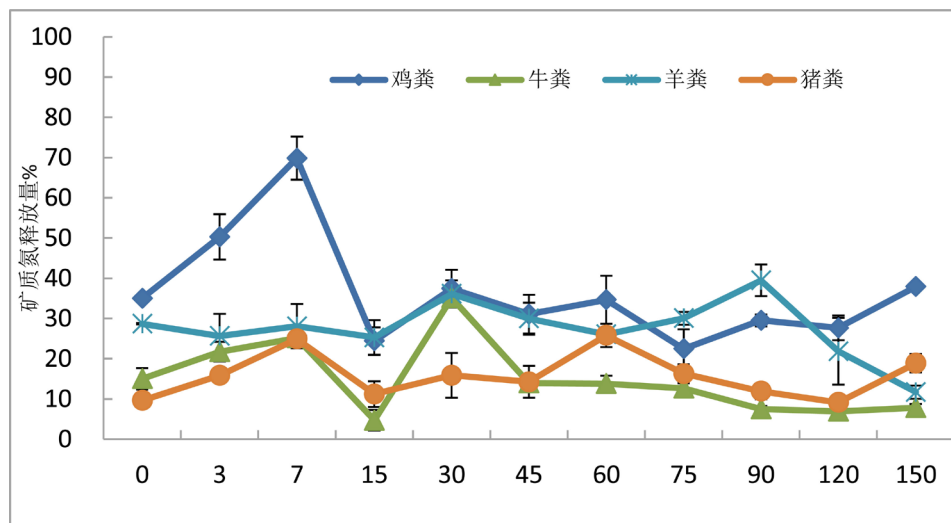


Figure 2. Soil mineral nitrogen release amount
图 2. 土壤矿质氮释放量

的第 7 天矿质氮释放量达最大为 60%~70%，随后释放量迅速下降，培养结束时鸡粪为 37.88%，与培养初期基本相同。羊粪处理培养始时的矿质氮释放量为 28.67%，随培养时间增长矿质氮释放量逐渐增加，培养 90 天时释放量最大为 39.45%，之后氮素的生物固定作用大于矿化作用，土壤矿质氮释放量迅速下降，培养结束时矿质氮释放量仅为 11.71%。猪粪处理的矿质氮释放量随培养时间缓慢增加，整个培养期出现了三次高峰，分别在第 7 天、60 天和第 15 天，培养结束时矿质氮释放量占总施氮量的 18.87%。牛粪矿质氮释放量最大值出现在培养的第 30 天，之后释放量迅速下降，培养结束时矿质氮释放量仅为 7.83%，远低于培养初始时的 15.01%。

3.2. 土壤有效磷的动态变化

图 3 为不同畜禽有机肥料处理土壤中有效磷释放量的变化。土壤中的有效磷是处于一个矿化释放与土壤固定的动态平衡之中，尽管有机肥矿化过程中磷会被释放出来，但是土壤中的无机磷极易被土壤固

定，只有在磷的释放率大于固定率时才能测出其增加[6]，但不同有机肥处理的有效量释放量表现出来的规律却各不相同，牛粪对土壤磷素的活化效果最明显，培养 75 天时土壤有效磷释放量达 100% 以上，说明牛粪施入土壤激活了土壤磷素的矿化，猪粪的效果略低于牛粪，培养结束时有效磷释放量占总施磷量的 60%，说明猪粪中 60% 的磷可以被矿化供作物吸收利用。鸡粪处理整个培养期有效磷释放量比较平稳，释放量在 30%~50% 之间浮动，培养结束时释放量与起始值基本相同，表明鸡粪可供当季作物吸收利用的速效磷释放量与有机肥料中原有可被提取的有效磷含量基本相同。羊粪虽然含有相对较高的有效磷，但可能由于羊粪的特性使得土壤中磷的固定率远大于释放率，整个培养期磷素基本没有被矿化出来，有效磷释放量几乎为零。

3.3. 土壤速效钾的动态变化

图 4 可知，畜禽有机肥施入土壤后均可以增加速效钾的含量，但是处理间差异很大，培养 150 天时

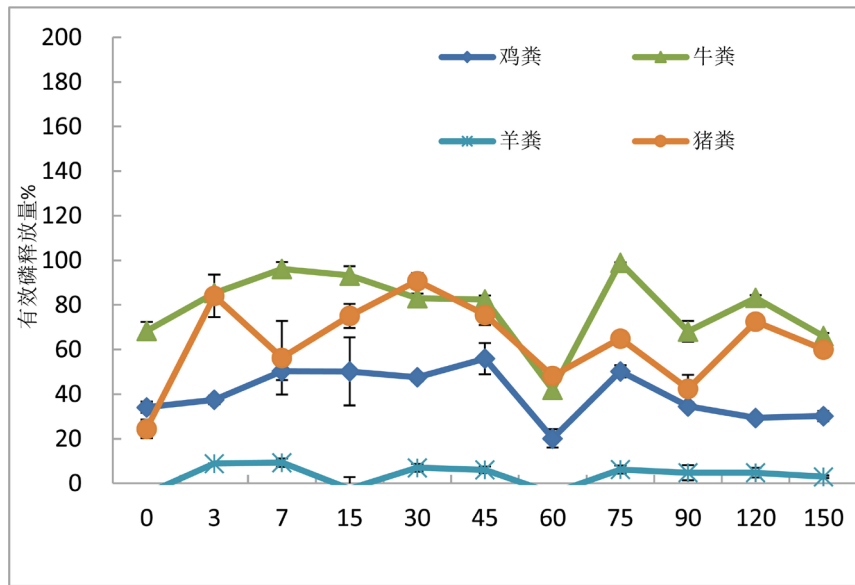


Figure 3. Soil Olsen-P release amount

图 3. 土壤有效磷释放量

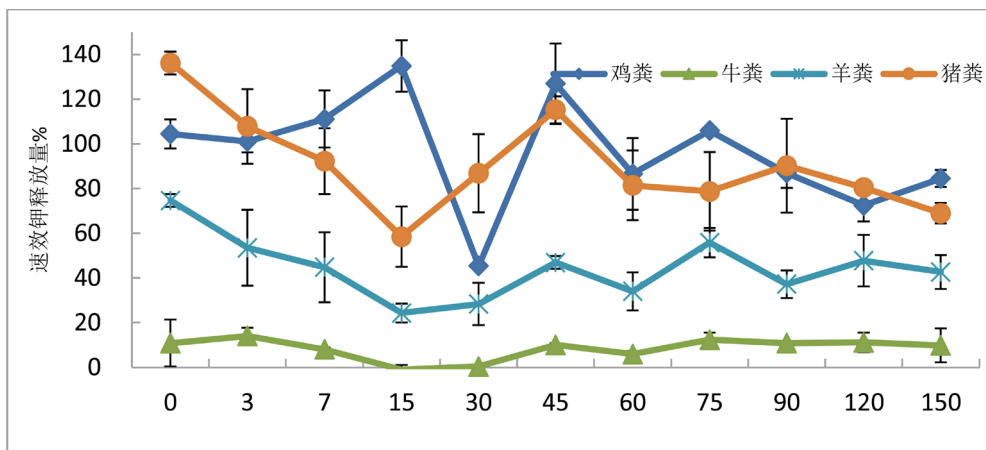


Figure 4. Soil Avail-K release amount

图 4. 土壤速效钾释放量

鸡粪处理的速效钾释放量占总施钾量的 84.49%，然后是猪粪为 68.93%，羊粪为 42.71%，牛粪最低仅为 9.83%。整个培养过程各处理土壤速效释放量的变化各有不同，鸡粪整个培养过程速效钾先缓慢上升后缓慢下降趋势，在第 30 天释放量最低仅为 45.37%。猪粪在培养的 0~15 天速效钾释放量下降，15~45 天又回升，之后缓慢下降。牛粪处理，培养时间长短对速效钾的含量影响不大，培养结束时的释放量跟起始值基本相同，整个培养过程释放量相对比较稳定。羊粪处理在培养 0~15 天速效钾含量缓慢下降，15~45 天缓慢回升，之后维持在一个水平。

4. 结论

有机肥氮素释放过程主要决定于有机肥的 C/N 和氮含量[7] [8]。不同的分解条件下，供试物料 C/N 不同，分解量有较大的差异。李俊良等[9]研究指出，有机肥料的 C/N 与其氮素矿化率呈直线相关，C/N 低于 17 时，有机肥料开始释放无机氮，此值可作为有机肥料固定和矿质化的临界值。C/N 为 14 时可作为评价有机肥料是否供应植物氮素的临界值。在等氮量条件下，各处理施入土壤后都可以增加土壤中的矿质氮含量，但是对土壤矿质氮的激发效应并不一致，而且整个培养过程氮素的生物固定和矿化作用交替进行，矿质氮含量变化成峰谷状变化，培养 150 天结束时各处理矿质氮释放量占总施氮的比例差异较大，鸡粪处理为 37.88%，猪粪 18.87%，羊粪 11.71%，牛粪处理为 7.83%。鸡粪的氮素矿化率最高，猪粪随培养时间增加矿化量逐渐增加；牛粪整个培养过程氮素固定作用大于矿化作用，而羊粪起始矿化量还是比较高的，随培养时间增长矿化量逐渐减少，氮素固定作用大于矿化作用。

不同有机肥料对土壤磷素和有机肥料中磷素的矿化效果差异很大，在本试验中，牛粪对土壤磷素的活化效果最明显，在培养 75 天有效磷释放量达 100% 以上，在培养结束时有效磷释放量仍然高达 66.02%，说明牛粪施入土壤激活了土壤磷素的矿化。培养结束时鸡粪释放量为 30.21%，与培养初始值接近，表明鸡粪可供当季作物吸收利用的速效磷释放量与有机肥料中原有可被提取的有效磷含量基本相同。猪粪处理随培养时间的增加有效磷释放量逐渐增加，培养结束时有效磷释放量占总施磷量的 60%，与牛粪释放量相近。羊粪可能由于其固定率大于其释放率，整个培养期有效磷释放量几乎为零。赵明等[10]表明，鸡粪和猪粪在棕壤土上的 Olsen-P 的释放率分别为 24.6% 和 34.88%，其释放率略低于本研究，可能是由于土壤质地的差异。

有机肥料中钾素多以无机形态为主，各有机肥料中速效钾的含量差异很大，所带入土壤中的速效钾量也各不相同，培养时间长短对土壤速效钾含量的影响很小。畜禽有机肥施入土壤后均可以增加速效钾的含量，但是不同品种的有机肥之间差异很大，培养结束时鸡粪处理的速效钾释放量占总施钾量的 84.49%，然后是猪粪为 68.93%，羊粪为 42.71%，牛粪最低仅为 9.83%。

基金项目

山东省农科院青年基金(2016YQN41)；国家重点研发计划“鲁西冬小麦化肥农药减施技术集成研究与示范”(2017YFD0201700)；山东省重点研发计划(重大关键技术)项目“冬小麦水肥药精准管理关键技术研究”(2016ZDJS08A02)；国家小麦产业技术体系“养分管理及麦田环境治理”岗位科学家项目(CARS-03)。

参考文献

- [1] 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国肥料[M]. 上海: 科学技术出版社, 1994: 114-119.
- [2] 李庆康, 吴雷, 刘海琴, 等. 我国集约化畜禽养殖场粪便处理利用现状及展望[J]. 农业环境保护, 2000, 19(4): 251-254.

- [3] 杨玉爱. 我国有机肥料研究及展望[J]. 土壤学报, 1996, 33(4): 441-442.
- [4] 李培军, 蒋卫杰, 余宏军. 有机肥营养元素释放的研究进展[J]. 中国蔬菜, 2008, 1(6): 39-42.
- [5] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000: 146-227.
- [6] 白优爱, 巨晓棠, 陈清, 等. 商品有机肥及蔬菜残体在菜地土壤中的氮素矿化研究[J]. 中国农业科技导报, 2003, 5(2): 45-49.
- [7] 沈其荣, 沈振国, 史瑞和. 有机肥氮素的矿化特征及与其化学组成的关系[J]. 南京农业大学学报, 1992, 15(1): 59-64.
- [8] 李俊良, 韩琅丰, 江荣风, 等. 碳、氮比对有机肥料氮素释放和植物吸氮的影响[J]. 中国农业大学学报, 1996, 1(5): 57-62.
- [9] 赵明, 赵征宇, 蔡葵, 等. 畜禽有机肥料当季速效氮磷钾养分释放规律[J]. 山东农业科学, 2004(5): 59-62.
- [10] 黄敏, 肖和艾, 黄巧云, 等. 有机物料对水旱轮作红壤磷素微生物转化的影响[J]. 土壤学报, 2004, 41(4): 584-589.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2329-7255, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjss@hanspub.org