

基于理化指标快速预测蛋鸡粪便中肥料成分含量的试验研究

李莉¹ 韩鲁佳² 杨增玲²

(1. 中国农业大学 国际合作与交流处, 北京 100083; 2. 中国农业大学 工学院, 北京 100083)

摘要 为预测蛋鸡粪便中肥料成分的含量,对其理化指标和肥料成分含量进行测定,统计分析结果表明:密度与磷含量呈二次相关关系($R^2 = 0.716$),与钾含量为线性相关关系($R^2 = 0.722$),通过测定密度可以预测蛋鸡粪便总磷和总钾的含量;电导率与总氮、总磷、总钾含量均为正线性相关关系,相关系数分别为0.509、0.726和0.846,利用电导率可以预测总氮、总磷和总钾的含量;随着蛋鸡粪便溶液稀释倍数的增加,其肥料成分含量与电导率的回归方程的相关系数均为先增大后减小。利用常规实验室仪器电导仪和比重计可以实现对蛋鸡粪便中肥料成分含量的快速预测。

关键词 蛋鸡粪便; 肥料成分含量; 电导率; 密度

中图分类号 X 713

文章编号 1007-4333(2006)04-0051-04

文献标识码 A

Rapid estimation of component contents in chicken manure based on physical-chemical properties

Li Li¹, Han Lujia², Yang Zengling²

(1. International Relations Office, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract The experiments were performed to investigate the relationship between the physical-chemical properties and the nutrient contents in layer manure in order to estimate its component contents as fertilizer. The results showed that the value of specific gravity (SG) could be used to evaluate total phosphorus and total potassium contents in layer manure and the correlative coefficients approached to 0.716 and 0.722 respectively; while electrical conductivity (EC) to evaluate total nitrogen, total phosphorus and total potassium in layer manure and the correlative coefficients amounted to 0.509, 0.726 and 0.846 respectively. With increase of dilution multiple, the correlation coefficient of the regression equation between EC and the nutrient contents increase first and later decrease. The component contents of layer manure can be estimated by these two physical-chemical parameters, SG and EC.

Key words layer manure; fertilizer value; electrical conductivity (EC); specific gravity (SG)

近年来,我国集约化畜禽养殖业发展迅速,畜禽粪便作为有机肥是其资源化、无害化利用的重要途径之一^[1-2],但盲目施用又会造成环境污染。预测畜禽粪便肥料成分含量,合理进行粪肥还田是减小环境污染的重要措施。

实验室化学分析法测定畜禽粪便肥料成分含量精度较高,但费时、费力,价格较高,实际生产中不能普遍推广^[3]。

目前,欧美等发达国家快速预测畜禽粪便肥料成分含量常用的测定仪器主要有6种:粪污计、电导仪、氨电极、粪污氮含量计量仪、反射计和快速在线畜禽粪便肥料成分检测系统^[4-6]。这些方法均通过建立畜禽粪便理化指标与其中肥料成分含量的相关关系,借助于对理化指标的检测达到快速预测其中肥料成分含量的目的。韩鲁佳等^[3]详细分析了这6种装置的精度和适用范围。对肉鸡粪便的理化指标

收稿日期: 2006-03-28

基金项目: 教育部优秀青年教师资助计划项目

作者简介: 李莉,硕士研究生;韩鲁佳,教授,博士生导师,通讯作者,主要从事生物质资源开发与利用研究, E-mail: hanlj@cau.edu.cn

与其中肥料成分含量相关关系的研究结果表明^[7], 肉鸡粪便密度与磷含量、电导率与钾和铵态氮含量之间具有显著相关关系。目前,对蛋鸡粪便理化指标与肥料成分含量相关关系的研究未见报道。

快速测定法的准确性和精度除了受测定装置本身精度的影响外,主要取决于畜禽粪便理化指标是否与其中肥料成分含量具有显著的相关关系,以及所建立相关方程的准确性。本研究旨在建立蛋鸡粪便理化指标与肥料成分含量的预测模型,达到快速预测蛋鸡粪便肥料成分含量的目的。

1 材料与方法

1.1 样品采集

蛋鸡粪便采自中国农业科学院畜牧研究所蛋鸡场和农业部饲料工业中心蛋鸡实验室。按育雏期(19日龄)、育成前期(76日龄)和育成后期(108日龄)、产蛋前期(136日龄、229日龄)和产蛋后期(358日龄)等不同生长阶段,每个鸡舍中随机取采样点4~5个,共采集样本26份。采用四分法取样。样品一部分在5℃的冰箱存放以备测其理化指标,另一部分烘干粉碎后制成实验室化学分析样品。

1.2 实验室理化分析

粪便样本中的总氮和铵态氮含量利用凯氏自动蛋白质测定仪采用蒸馏后滴定法测得(参照 GB/T6432—1994);总磷含量利用紫外分光光度法测得(GB/T6437—2002);总钾含量利用带火焰光度的原子吸收分光光度计采用火焰光度法测得(GB/T18633—2002);干物质含量的测定采用国家规定的标准测定方法(GB6435—1986)。

1) 密度。

实验仪器:比重计,刻度范围分别为0.900~1.000,1.000~1.050,1.050~1.100,1.100~1.200;kg/m³。

测定方法:取粪样100g放入1000mL烧杯中,加适量稀盐酸定氮以防氮的挥发,而后注入500g水稀释,用玻璃棒搅拌均匀,随后放入水浴锅内加热至20℃以上;将清洗干净并烘干的玻璃量筒(1000mL)平稳放于试验台,将加热的粪样溶液倒入玻璃量筒。待其温度下降至20℃时,手持比重计上端,小心地放入装有粪样溶液的量筒中,待其摆动停止后读数;每个样品重复2次取其平均值为最终测定结果。

2) 电导率。

实验仪器:SC8221-J型便携式高精度电导仪,日本横河电机株式会社生产。

测定方法:取100g样品放玻璃烧杯中,加适量的稀盐酸定氮,而后加入300g水稀释,并用玻璃棒搅拌均匀;将电导仪的电极插入被测样品溶液中,待其读数稳定后记录;将电极取出,用水清洗干净并用滤纸吸干,再测1次。2次测定数值的平均值作为样品稀释3倍时的电导率₃,继续稀释可测出样品稀释5倍的电导率₅和样品稀释7倍的电导率₇。

1.3 统计分析

采用SPSS统计软件,通过相关分析和回归分析建立理化指标(物质含量、电导率和密度)与其中肥料成分含量之间相关关系的回归方程。

2 结果与分析

试验测得的蛋鸡粪便干物质(DM)、氮(N)、磷(P)、钾(K)含量,密度(ρ),稀释3、5、7倍的电导率(₃、₅、₇)结果(范围)见表1。

表1 蛋鸡粪便干物质、氮、磷、钾质量分数w,密度ρ及电导率SG的测定结果

Table 1 Range of DM, N, P, K contents, SG and EC of layer manure

成分	测定结果	指标	测定结果
w(DM)/%	21.17~64.72	ρ/(kg/m ³)	1.012~1.023
w(N)/%	1.08~3.46	₃ /(ms/cm)	28.95~54.70
w(P)/%	0.31~0.79	₅ /(ms/cm)	19.01~35.85
w(K)/%	0.44~1.37	₇ /(ms/cm)	14.08~25.38

注:电导率₃、₅、₇分别为蛋鸡粪便稀释3、5、7倍的电导率。

2.1 肥料成分含量与干物质含量的关系

对肥料成分含量与干物质含量统计分析表明:磷、钾含量与干物质含量呈正线性相关关系,相关系数分别为0.834和0.982(图1),氮含量与干物质含量呈二次相关关系,相关系数 $R^2=0.832$ 。铵态氮含量与干物质含量无显著相关关系。

与肉鸡粪便肥料成分含量与干物质含量的相关关系^[8]相比,蛋鸡粪便肥料成分含量与其干物质含量的相关关系较好,肉鸡粪便中仅磷含量与干物质含量之间具有较强的正线性相关关系,氮、钾、铵态氮含量与干物质含量无显著相关关系。

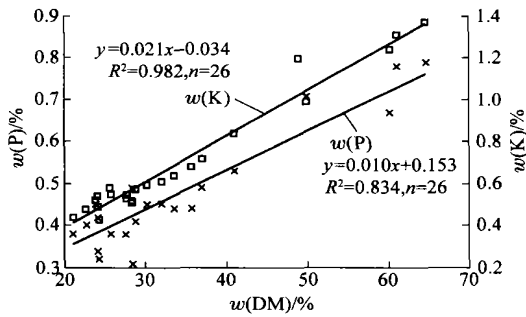


图 1 蛋鸡粪便磷、钾质量分数与干物质质量分数 $w(\text{DM})$ 的相关关系

Fig. 1 Relationships between K, P and dry matter (DM) content for layer manure

2.2 干物质含量与密度的关系

干物质含量与密度之间有显著的正线性相关关系,相关系数 $R^2 = 0.777$,这与所查阅的资料^[4-6](各国建立的畜禽粪便干物质含量与密度的回归方程的相关系数均在 0.72~0.99 之间)是一致的。密度的测定比干物质含量的测定方便、快捷,可以用密度代替干物质含量预测粪便中肥料成分含量。

2.3 肥料成分含量与密度的关系

蛋鸡粪便中磷含量与密度有显著的二次相关关系,相关系数 $R^2 = 0.716$;钾含量与密度有显著正线性相关关系,相关系数 $R^2 = 0.722$ (图 2);氮含量与密度之间呈正线性相关关系,相关系数 $R^2 = 0.495$;铵态氮含量与密度无显著相关关系。

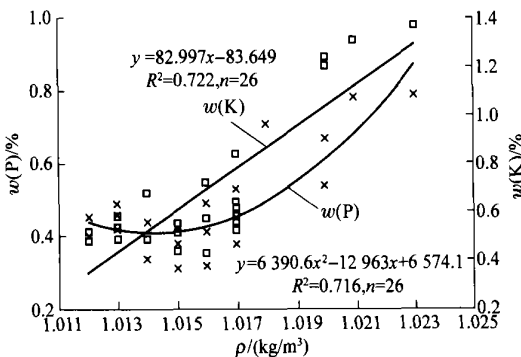


图 2 蛋鸡粪便中磷 $w(\text{P})$ 、钾 $w(\text{K})$ 质量分数与密度的相关关系

Fig. 2 Relationships between K, P and specific gravity (SG) for layer manure

可见利用蛋鸡粪便的密度可预测其中磷和钾的含量,而肉鸡粪便中密度仅可预测其磷含量(相关系数 $R^2 = 0.845$),预测氮、钾、铵态氮含量效果均很差^[8]。

直接使用比重计即可快速测定蛋鸡粪便中磷、

钾含量。这样可以减少回归方程之间的累积误差,提高预测精度,简化预测方法。

2.4 肥料成分含量与电导率的关系

稀释倍数对蛋鸡粪便溶液的电导率影响很大,在研究肥料成分含量与电导率相关关系之前,首先应该研究蛋鸡粪便溶液电导率与稀释倍数之间的关系。分析结果表明:蛋鸡粪便溶液电导率与稀释倍数的乘幂相关关系和线性相关关系均很好,相关系数分别为 0.991 和 0.988。随着稀释倍数的增加,电导率呈明显下降趋势,与肉鸡粪便电导率与稀释倍数之间的相关关系^[8]相似。

笔者对稀释了 3、5、7 倍的蛋鸡粪便溶液电导率与肥料成分含量的相关关系进行了研究,得出稀释倍数对电导率与肥料成分含量之间相关性的影响。以稀释 5 倍的蛋鸡粪便电导率(κ)与肥料成分含量之间的相关关系为例,电导率与磷和钾含量有显著的正线性相关关系,相关系数分别为 0.726 和 0.846(图 3),与氮含量呈正线性相关关系,相关系数 $R^2 = 0.509$,与铵态氮含量无显著相关关系。另外,随着稀释倍数的增加,蛋鸡粪便肥料成分含量与电导率之间的回归方程的相关系数均为先增大后减小:稀释倍数为 3、5、7 倍时,蛋鸡粪便溶液电导率与磷含量回归方程的相关系数分别为 0.697、0.726 和 0.659。

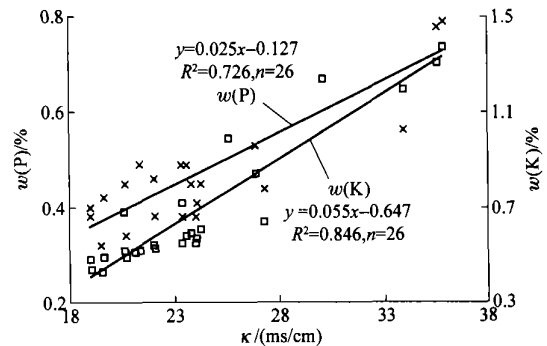


图 3 蛋鸡粪便中磷 $w(\text{P})$ 、钾 $w(\text{K})$ 质量分数与电导率的相关关系

Fig. 3 Relationships between K, P and electrical conductivity for layer manure

2.5 肥料成分含量与密度、电导率的二元相关关系

在一元回归方程的基础上,建立肥料成分含量与电导率和密度之间的二元回归方程:氮含量与电导率、密度的二元回归方程的相关系数 $R^2 = 0.523$,相对于一元回归方程相关系数提高不大;磷含量与电导率、密度的二元回归方程的相关系数($R^2 =$

0.676) 小于一元回归方程相关系数 ($R^2 = 0.726$ 和 $R^2 = 0.716$); 钾与电导率、密度的二元回归方程的相关系数 0.884 稍高于一元回归方程的 ($R^2 = 0.846$ 和 $R^2 = 0.722$)。铵态氮含量与电导率、密度的二元相关关系未通过显著性检验。综上, 应使用一元回归方程预测肥料成分含量。

3 结论

1) 蛋鸡粪便中总磷、总钾含量与密度正相关关系显著:

$$w(P) = 6390.6 \cdot \rho - 12963 + 6574.1 \quad R^2 = 0.716$$

$$w(K) = 82.997 \cdot \rho - 83.649 \quad R^2 = 0.722$$

利用密度可预测总磷、总钾含量。

2) 采用电导率可预测蛋鸡粪便中总氮、总磷和总钾的含量, 回归方程为:

$$w(N) = 0.115 \cdot S - 0.968 \quad R^2 = 0.509$$

$$w(P) = 0.025 \cdot S - 0.127 \quad R^2 = 0.726$$

$$w(K) = 0.055 \cdot S - 0.647 \quad R^2 = 0.846$$

其中 S 为蛋鸡粪便稀释 5 倍的电导率, ms/cm。

3) 肥料成分含量与电导率、密度的二元回归方程的预测精度与一元回归方程相比, 提高幅度均很小。同时考虑可靠性与简便性, 应使用一元回归方程预测肥料成分。

4) 随着稀释倍数的增加, 蛋鸡粪便中肥料成分含

量与电导率回归方程的相关系数均为先增大后减小。

参 考 文 献

- [1] 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
- [2] 董克虞. 畜禽粪便对环境的污染及资源化途径[J]. 农业环境保护, 1998, 17(6): 281-283
- [3] 韩鲁佳, 胡峥峥, 阎巧娟, 等. 畜禽粪便成分快速测定方法的比较研究[J]. 中国农业大学学报, 2002, 7(4): 104-112
- [4] Van Kessler J S, Thompson R B, Reeves J B. Rapid onfarm analysis of manure nutrients using quick tests[J]. J Prod Agric, 1999, 12(2): 215-224
- [5] Smith K A. A review of rapid methods for assessing the nutrient content of organic manures[R]. ADAS Report to MAFF Environmental Protection Division. 1993
- [6] Scotford I M, Cumby T R, Han Luia, et al. Development of a Prototype Nutrient Sensing System for Livestock Slurries[J]. J Agricultural Engineering Resource, 1998 (69): 217-228
- [7] 韩鲁佳, 胡峥峥, 阎巧娟, 等. 肉鸡粪便理化指标与其肥料成分含量的相关关系研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(6): 123-126
- [8] 胡峥峥. 预测家禽粪便肥料成分含量的试验研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2001