

洪琴,林丽娟,周岩民. 肉鸭饲料及粪便中主要成分的调查分析[J]. 江苏农业科学,2014,42(1):155-157.

# 肉鸭饲料及粪便中主要成分的调查分析

洪琴,林丽娟,周岩民

(南京农业大学动物科技学院,江苏南京 210095)

**摘要:**对同一地区 18 个肉鸭养殖场进行随机抽样,分析比较饲料和粪便中总氮(TN)、总磷(TP)、有机碳、重金属(Cd、Cr、Cu、Zn)的含量。结果表明:粪便中 TN、TP、有机碳的含量与饲料中的含量呈弱正相关( $P > 0.05$ );饲料中 Cr 含量较高,Cu 部分也较高;粪便中 Zn 含量较高;粪便中 Cu、Zn、Cr 的含量与饲料中的含量显著正相关( $P < 0.05$ )。说明饲料是畜禽粪便重金属污染的源头。

**关键词:**肉鸭;饲料;粪便;成分;相关性

**中图分类号:** S834.5;X713 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0155-03

我国肉鸭饲养量一直稳居世界第一位。2009 年我国肉鸭存栏量约 10.96 亿只,全年肉鸭出栏量为 35.2 亿只<sup>[1]</sup>,肉鸭养殖产业已成为许多地区的主导养殖产业。随着肉鸭饲养规模和数量的扩大,粪便排放量也日益增加,若不经处理直接排放,将严重污染土壤、水体和大气环境。肉鸭养殖场排放的污染物主要是粪便中的氮、磷、有机碳等有机污染物及 Cd、Cr、Cu、Zn 等重金属。据调查,2009 年中国畜禽养殖业粪便排放总量已达到 32 亿 t<sup>[2]</sup>,畜禽粪便 N、P 流失总量分别为化肥 N、P 流失总量的 1.2、1.3 倍,已成为农业污染以及环境面源污染的主要来源<sup>[3]</sup>。畜禽对微量元素的利用率较低,Cu 为 5%~10%,Zn 为 30%左右<sup>[4]</sup>,有机铬为 10%~25%,无机铬为 1%~3%<sup>[5]</sup>。饲料中超量添加的重金属元素会蓄积在肝、肾、肌肉中,危害畜禽健康,影响畜产品安全;随粪便排入环境的重金属元素将污染环境,造成土壤的物理性状退化,并逐渐富集于作物中进一步危害人和动物的健康<sup>[6]</sup>。饲料中各成分的含量与粪便中的含量密切相关。本试验通过分析同一地区 18 个肉鸭养殖场饲料和粪便中 TN(总氮)、TP(总磷)、有机碳、重金属的含量,为控制肉鸭养殖污染提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 样品采集及处理

选取同一地区的 18 个肉鸭养殖场,所有肉鸭均处于生长后期,生长状况接近、采食正常,采用多点随机取样的方法采集鸭场的饲料和粪样,共采集 18 个粪样、5 个饲料样(每个鸭场只采 1 种饲料样)。饲料和粪样采集后分别混匀、烘干至水分含量相同,并粉碎过 1 mm 筛储存备用。

### 1.2 测定指标及测定方法

1.2.1 饲料中的总氮 采用 GB/T 6432—1994《饲料中粗蛋白测定方法》中的凯氏定氮法。

1.2.2 粪便中的总氮 参考 NY 525—2002《有机肥料》。

1.2.3 饲料中的总磷 参考 GB/T 6437—2002《饲料中总磷的测定 分光光度法》。

1.2.4 粪便中的总磷 参考 NY 525—2002《有机肥料》。

1.2.5 粪样及饲料中的有机碳 有机碳含量采用 NY 525—2002《有机肥料》中的重铬酸钾容量法测定。

有机碳含量以质量分数表示,按下式计算:

$$\text{有机碳含量} = \frac{C \times (V_0 - V) \times 0.003}{m \times (1 - X_0) \times D} \times 100\%$$

式中: C 为硫酸亚铁标准溶液的浓度,单位为 mol/L;  $V_0$  为空白试验时使用硫酸亚铁标准滴定溶液的体积,单位为 mL; V 为测定时使用硫酸亚铁标准溶液的体积,单位为 mL; 0.003 为四分之一碳原子的摩尔质量,单位为 g/mol; m 为风干样质量,单位为 g;  $X_0$  为风干试样的含水量; D 为稀释倍数,为 50/250。

1.2.6 饲料及粪便中的 Cu、Zn、Cd、Cr 的含量 样品经硝酸-高氯酸(体积比 4:1)湿消化后,用电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)法<sup>[7]</sup>测定 Cu、Zn、Cd、Cr 的含量。

### 1.3 数据统计分析方法

试验数据用 Excel 2003 进行处理,采用 SPSS 16.0 统计软件进行双变数相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 饲料及粪便中总氮、总磷和有机碳的含量

由表 1 可见,饲料样品中 TN、TP 和有机碳的含量差异不大:TN 含量的最高值是最低值的 1.14 倍,TP 的为 1.63 倍,有机碳的为 1.18 倍。粪便样品中 TN、TP 和有机碳的含量差异较大:TN 含量的最高值是最低值的 2.02 倍,TP 的为 3.95 倍,有机碳的为 4.52 倍。

### 2.2 饲料与相应粪便中总氮、总磷和有机碳的含量的相关性

由表 2 可以看出,总体上,随着饲料中 TN 含量的增加,相应的粪便中 TN 含量也增加,TP 和有机碳也有类似趋势。对饲料和相应的粪便进行相关性分析可知,饲料中 TN、TP、有机碳含量和粪便中 TN、TP、有机碳含量之间具有弱正相关关系,相关系数( $r$ )分别为 0.464、0.160、0.181,均未达到显著水平。

收稿日期:2013-04-23

基金项目:江苏省苏北科技发展专项资金(编号:BC2009427)。

作者简介:洪琴(1988—),女,浙江嘉兴人,硕士研究生,研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail:fuqin1988@163.com。

通信作者:周岩民,教授,博士生导师,主要从事动物营养与饲料科学研究。Tel:(025)84396067;E-mail:zhouym6308@163.com。

表1 饲料及粪便中总氮、总磷和有机碳的含量

类别	样本数 (个)	成分	范围 (%)	中位数 (%)	平均值 (%)
饲料	5	TN	2.73~3.12	2.76	2.85
		TP	0.65~1.06	0.76	0.79
		有机碳	33.97~40.17	38.28	37.69
粪便	18	TN	2.15~4.35	3.06	3.10
		TP	0.65~2.57	1.46	1.51
		有机碳	9.48~42.82	24.60	25.69

注:表中均为风干基础。下表同。

### 2.3 饲料、粪便中锌、镉、铬、铜的含量

由表3可见,饲料中Zn、Cr和Cu的含量较高,Cd含量较低。所测饲料样品中Cd、Cr和Cu的含量差异较大,Zn含量差异不大:Cd含量的最高值是最低值的2倍,Cr的为3.63倍,Cu的为3.03倍,Zn的为1.13倍。

由表4可见,粪便中Zn、Cu和Cr的含量较高,Cd含量较低。粪便样品中重金属含量差异很大:Zn含量的最高值是最低值的6.79倍,Cd为18.77倍,Cr为5.15倍,Cu为4.44倍。

### 2.4 饲料与粪便中重金属含量的相关性

由表5可知,总体上,随着饲料中Cu含量增加,相应的粪便中Cu含量也增加,Zn和Cr也有类似的规律。对饲料和相应的粪便进行相关性分析可知,饲料中Cu、Zn、Cr的含量和粪便中Cu、Zn、Cr的含量之间具有正相关关系( $Cu:r=0.606$ ,

表2 饲料与相应粪便中总氮、总磷和有机碳的含量的相关性

饲料 编号	粪样 编号	饲料成分含量(%)			粪便成分含量(%)		
		TN	TP	有机碳	TN	TP	有机碳
A	1	2.73	0.71	38.82	2.48	2.36	39.69
	2	2.73	0.71	38.82	2.48	0.65	23.95
	平均值				2.48	1.51	31.82
B	1	2.76	0.65	33.97	3.26	0.79	18.71
	2	2.76	0.65	33.97	2.86	1.69	23.89
	3	2.76	0.65	33.97	3.13	1.33	27.02
平均值				3.08	1.27	23.21	
C	1	2.75	0.78	38.28	2.16	2.23	28.94
	2	2.75	0.78	38.28	3.06	1.13	27.13
	3	2.75	0.78	38.28	3.71	1.47	22.66
	4	2.75	0.78	38.28	2.89	1.88	25.07
	5	2.75	0.78	38.28	2.15	1.46	20.95
平均值				2.79	1.63	24.95	
D	1	3.12	1.06	37.19	2.36	1.76	30.58
	2	3.12	1.06	37.19	4.35	1.17	23.19
	3	3.12	1.06	37.19	3.35	1.88	29.38
	4	3.12	1.06	37.19	3.26	2.57	18.65
	5	3.12	1.06	37.19	3.78	0.93	25.75
	6	3.12	1.06	37.19	3.66	1.27	24.60
平均值				3.46	1.60	25.36	
E	1	2.87	0.76	40.17	2.67	1.75	9.48
	2	2.87	0.76	40.17	4.15	0.86	42.82
平均值				3.41	1.31	26.15	

表3 饲料中锌、镉、铬、铜的含量

项目	样本数 (个)	范围 (mg/kg)	中位数 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	限量标准 <sup>a</sup> (mg/kg)	限量标准 <sup>b</sup> (mg/kg)	超标率 <sup>a</sup> (%)	超标率 <sup>b</sup> (%)
Zn	5	121.19~136.62	127.18	127.28	—	≤150	—	—
Cd	5	0.08~0.16	0.10	0.11	≤0.5	—	—	—
Cr	5	10.81~39.22	18.76	22.82	≤10	—	100	—
Cu	5	13.23~40.14	17.56	21.15	—	≤35	—	20

注:a.参照我国GB 13078—2001《饲料卫生标准》,b.参照我国农业部1224公告;“—”为未检测出。

表4 粪便中锌、镉、铬、铜的含量

项目	样本数 (个)	范围 (mg/kg)	中位数 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	限量标准 <sup>a</sup> (mg/kg)	限量标准 <sup>b</sup> (mg/kg)
Zn	18	82.37~559.62	313.31	317.76	—	≤400
Cd	18	0.13~2.44	0.31	0.50	≤10	≤1.5
Cr	18	22.29~114.80	62.39	61.87	≤500	≤100
Cu	18	22.54~100.19	36.07	40.37	—	≤100

注:a.参照我国GB 18877—2002《有机-无机复混肥料》国家标准;b.参照德国腐熟堆肥中部分重金属限量标准;“—”为未检测出。

$P < 0.01$ ; Zn:  $r = 0.562$ ,  $P < 0.05$ ; Cr:  $r = 0.498$ ,  $P < 0.05$ ),即饲料中Cu、Zn、Cr的含量越多,粪便中残留量越多。

## 3 讨论

畜禽粪便中的氮、磷是造成环境污染的主要元素。含氮化合物通过硝化作用产生硝酸盐等物质,污染水质和土壤;含氮物质还会降解产生氨气,污染大气<sup>[8]</sup>。磷会使水体富营养化,是影响水质和造成水源、土壤污染的主要元素<sup>[9]</sup>。有研究表明,畜禽粪磷排出量随日粮磷含量增加而增加<sup>[10]</sup>。对氮

而言,当饲料蛋白质氨基酸不平衡时,粪氮排出量也随日粮氮含量增加而增加<sup>[9]</sup>。饲料中氮磷含量高于畜禽对它们的需要量是造成粪便氮磷排泄过多的主要原因<sup>[9]</sup>。参照NRC中肉鸭的饲养标准<sup>[11]</sup>,TP的推荐添加量为0.70%,而本试验日粮TP含量较高,可能与饲料中含磷较高的米糠等使用较多有关。随着饲料中TN、TP、有机碳的含量增加,相应的粪便中TN、TP和有机碳的平均含量也增加。可见饲料中TN、TP和有机碳等的含量与粪便有机物污染密切相关。

畜禽对饲料中普通微量元素的利用率较低,超量添加的

表5 饲料与粪便中重金属含量的相关性

饲料编号	粪样编号	饲料中重金属含量(mg/kg)				粪便中重金属含量(mg/kg)			
		Cu	Zn	Cd	Cr	Cu	Zn	Cd	Cr
A	1	18.10	123.96	0.10	26.88	40.25	428.47	0.37	69.15
	2	18.10	123.96	0.10	26.88	41.68	82.37	0.17	96.46
	平均值					40.97	255.42	0.27	82.81
B	1	40.14	127.46	0.08	18.76	57.35	162.57	1.34	49.32
	2	40.14	127.46	0.08	18.76	32.05	396.12	0.30	36.66
	3	40.14	127.46	0.08	18.76	100.19	373.53	2.44	29.62
平均值					63.20	310.74	1.36	38.53	
C	1	13.23	136.62	0.09	18.41	32.91	559.62	0.38	80.27
	2	13.23	136.62	0.09	18.41	42.82	313.31	0.21	34.51
	3	13.23	136.62	0.09	18.41	37.18	358.02	0.26	67.47
	4	13.23	136.62	0.09	18.41	34.60	402.13	0.31	32.52
	5	13.23	136.62	0.09	18.41	41.99	497.23	0.30	62.39
平均值					37.90	426.06	0.29	55.43	
D	1	17.56	127.18	0.14	39.22	36.07	297.69	0.42	72.29
	2	17.56	127.18	0.14	39.22	29.34	163.83	0.79	58.09
	3	17.56	127.18	0.14	39.22	40.06	212.95	0.33	114.80
	4	17.56	127.18	0.14	39.22	22.54	331.57	0.37	52.30
	5	17.56	127.18	0.14	39.22	31.54	315.97	0.13	82.01
	6	17.56	127.18	0.14	39.22	39.56	294.99	0.44	75.57
平均值					33.19	269.50	0.41	75.84	
E	1	16.70	121.19	0.16	10.81	33.89	229.21	0.23	22.29
	2	16.70	121.19	0.16	10.81	32.58	300.17	0.22	77.92
平均值					33.24	264.69	0.23	50.11	

重金属绝大部分随粪便排入土壤中。有研究表明,粪便中Cu、Zn等重金属含量随日粮中重金属含量的增加而增加<sup>[12]</sup>,而土壤中重金属含量随粪便中重金属含量的增加而增加<sup>[13]</sup>。重金属不能被土壤中的微生物降解,长期滞留在土壤中,破坏土壤微量元素的平衡,造成土壤板结;降低土壤酶的活性,造成土壤微生态异常<sup>[14]</sup>;改变土壤的pH值和可溶性盐浓度<sup>[15]</sup>,不利于植物生长;还会积累在农作物中,通过食物链危害畜禽及人类健康。参照我国GB 13078—2001《饲料卫生标准》和我国农业部1224公告,本试验饲料样中Cr超标率达100%,这可能与饲料中添加有机铬产品有关;Cu超标率为20%,Zn和Cd未超标。参照我国GB 18877—2002《有机-无机复混肥料》国家标准,粪便中Cd和Cr未超标,而Cu、Zn含量则无相应标准;参照德国腐熟堆肥重金属限量标准<sup>[16]</sup>,Cd、Cr和Cu均有1个样本超标,超标率为5.56%,Zn有4个样本超标,超标率为22.22%。

饲料是畜禽粪便污染的源头,为降低养殖业对环境的污染,必须严格执行国家相关的饲料法规,防止某些成分的超量添加,同时通过氨基酸平衡日粮、酶制剂应用等技术措施来提高饲料利用率,从而减少畜禽粪便对环境的污染。

#### 参考文献:

- [1]李健全. 鸭产业链发展与产品深加工趋势[J]. 当代畜禽养殖业,2012,5(5):50-52.
- [2]张田,卜美东,耿维. 中国畜禽粪便污染现状及产沼气潜力[J]. 生态学杂志,2012,31(5):1241-1249.
- [3]朱志平,董红敏,尚斌,等. 规模化猪场固体粪便收集系数与成分测定[J]. 农业工程学报,2006,22(增刊):179-182.
- [4]黄建国,刘全. 铜锌微量元素添加剂概述[J]. 饲料博览:技术版,2007,17(9):51-54.
- [5]刘显军,陈静,边连全. 铬营养研究进展[J]. 动物科学与动物医学,2004,21(5):48-49.
- [6]吴大伟,李亚学,吴萍,等. 规模化猪场育肥猪饲料、猪肉及粪便中重金属含量调查[J]. 畜牧与兽医,2012,44(4):38-40.
- [7]王培龙,苏晓鸥,高生,等. 应用电感耦合等离子质谱测定饲料中的微量元素的研究[J]. 光谱学与光谱分析,2007,27(9):1841-1844.
- [8]丁小波,文利新,蒋政云,等. 畜牧氮污染及其营养调控[J]. 兽药与饲料添加剂,2008,13(5):23-26.
- [9]孙艳朋,王利华,吕娟,等. 减少畜禽粪便氮磷污染的营养调控措施[J]. 中国饲料,2011(20):14-16.
- [10]张军,黄瑞林,伍国耀,等. 生长猪饲料氮磷代谢调控研究进展[C]//动物营养与饲料研究——第五届全国饲料营养学术研讨会论文集. 北京:中国农业科学技术出版社,2006:56-64.
- [11]NRC. 家禽营养需要[M]. 北京:中国农业出版社,1994:46-47.
- [12]Nahm K H. Efficient feed nutrient utilization to reduce pollutants in poultry and swine manure[J]. Critical Reviews in Environmental Science and Technology,2002,32(1):1-16.
- [13]李德成,花建明,李忠佩,等. 不同利用年限蔬菜大棚土壤中微量元素含量的演变[J]. 土壤,2003,35(6):495-499.
- [14]张利庠,纪海燕. 饲料安全与环境污染治理[J]. 环境保护,2007(1):65-68.
- [15]苏秋红. 规模化养猪场饲料和粪便中铜含量分析及高铜猪粪对土壤的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2007.
- [16]Verdonck O. Compost specifications[J]. Acta Horticulture,1997,469:169-177.