

任善茂, 邹艺琛, 陶 勇. 江苏地区仔猪、生长育肥猪饲粮营养现状及潜在污染评估[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(23): 176–180.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.23.045

江苏地区仔猪、生长育肥猪饲粮营养现状及潜在污染评估

任善茂, 邹艺琛, 陶 勇

(江苏农牧科技职业学院, 江苏泰州 225300)

摘要: 为了解江苏地区仔猪、生长育肥猪饲粮营养状况及潜在污染, 采集不同猪场各阶段饲粮, 包括乳猪教槽料、仔猪保育料、小猪料、中猪料、大猪料等。按照国标相应方法进行检测, 测定饲粮中常规营养成分如水分、粗蛋白质、钙、磷; 微量营养铁、铜、锌等指标。结果表明, 依据 GB/T 5915—2008 仔猪生长肥育猪配合饲料要求, 所测饲粮水分含量全部符合要求, 11.88% 的饲粮粗蛋白质含量偏低, 3.45% 的饲粮钙含量偏低, 6.58% 的饲粮总磷含量偏低。各阶段猪料中大猪料钙合格率最低、教槽料中粗蛋白质和总磷含量合格率均为最低。从粗蛋白质和总磷的绝对含量来看所测猪饲粮潜在的氮、磷污染风险较低。所测饲粮铁、铜、锌含量均超过瘦肉型猪营养需求, 但对照《饲料添加剂安全使用规范》中相应的限量要求, 饲粮铁、铜、锌超标严重, 各指标超标率分别达 68.33%、62.71%、76.67%。铁、铜、锌超出最高限量的最大幅度分别达 57.55%、145.13%、312.70%。乳猪教槽料、大猪料是铜、锌超标最严重的 2 阶段饲粮。由于饲粮中铜锌和粪便中铜锌存在显著的正相关, 从铜锌所测结果可推断出所测猪饲粮中潜在的铜、锌污染严重。所有阶段猪料中教槽料和大猪料存在问题最严重, 是猪各阶段料中监控的重点。

关键词: 江苏; 仔猪; 生长育肥猪; 饲粮; 营养; 污染

中图分类号: S831.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)23-0176-04

我国是农业大国, 有几千年的养猪历史, 猪肉更是我国人民主要肉类消费品。江苏是全国生猪生产的重点省份之一, 产业基础良好, 是全国生猪产业重点建设区域。2015 年江苏全省养猪业总产值 517.33 亿元, 占全省畜牧业总产值的 40.99%, 肉猪出栏头数 2 978.32 万头, 占全国 4.21%, 猪肉产量 225.84 万 t, 占全国 4.12%^[1-2]。作为我国生猪主要生产地, 江苏省生猪规模化发展程度位于全国前列。据 2014 年统计数据, 出栏 500 头/年以上的规模养殖比例达到 60%, 且规模养殖比例有不断提高趋势^[3]。江苏省生猪养殖的规模化、集约化发展方式使得粪便集中产生, 粪便的处理压力加大。尽管近些年来粪污综合利用等配套技术得到进一步普及与推广, 但粪便直接还田仍占较高比例。猪粪便中含有大量未被消化吸收的营养物质, 如粗蛋白质、矿物质等。畜禽养殖污染已成为我国最主要的农业污染源之一, 2010 年全国畜禽养殖业氮和磷污染排放量为 102.48 万、16.04 万 t, 分别占全国氮和磷排放总量的 21.7%、37.9%^[4]。岳丹萍的调查结果表明, 江苏省农村环境中也存在大量的过剩氮^[5]。诸春强测定了江苏地区猪粪中多种重金属含量, 结果表明猪粪中 Cu、Zn 含量均很高, 平均值高达 571.3、578.3 mg/kg, 参照德国腐熟堆肥中部分重金属的限量标准, 猪粪中 Cu、Zn 的超标率分

别为 76.9%、69.2%^[6]。据周维仁等研究, 生长猪饲喂高铜高锌日粮后, 铜、锌由粪便排出的比例可高达 95%, 并对粪池周边 6 m 之内的表层土壤产生不同程度的污染, 而长期施用高铜高锌猪粪的农用土壤中铜锌含量也远高于对照^[7]。含高剂量铜、锌等微量元素的粪便长期直接还田, 不仅会影响土壤功能, 还会降低农作物品质、降低产量^[8]。高剂量氮、磷进入自然水体后, 一旦超过水体的自净能力, 会导致水体富营养化, 引起藻类及其他浮游生物迅速繁殖, 水体中的溶解氧急剧下降, 水质恶化, 鱼类及其他生物大量死亡。控制猪饲粮中营养素的添加量、添加植酸酶、使用有机微量元素等是目前控制排放量、控制粪便污染的常见措施, 其中控制饲料中的添加量是根本性的措施。本试验采集并测定了江苏地区年出栏 500 头以上的猪场仔猪、生长育肥猪各阶段饲粮, 为正确评估江苏地区规模化猪场营养现状及饲料中潜在的污染提供数据。

1 材料与方法

1.1 饲粮样品的采集与制备

2017 年 3—4 月, 从江苏地区年出栏 500 头以上的猪场采集不同阶段的猪饲粮样品, 每个样品 1 kg 以上。其中乳猪教槽料(仔猪前期: 3~10 kg) 24 个; 仔猪保育料(仔猪后期: 10~20 kg) 22 个; 小猪料(20~40 kg) 24 个; 中猪料(40~70 kg) 23 个; 大猪料(70 kg 至出栏) 22 个。将采集的饲粮样品用分样器分样后, 粉碎、过筛、混匀后装入样本袋待测。

1.2 测定用主要试剂

浓硫酸、硫酸铜(化学纯)、硫酸钾(化学纯)、40% 氢氧化钠、2% 硼酸、0.1 mol/L 盐酸标准溶液、浓硝酸(优级纯)、1:1 氨水、42 g/L 草酸铵、0.05 mol/L 高锰酸钾溶液、甲基红

收稿日期: 2018-01-29

基金项目: 江苏省农业三新工程项目[编号: SXGC(2017)188]; 江苏省高等学校创新创业训练计划项目(编号: 201612806029H)。

作者简介: 任善茂(1976—), 女, 江苏海安人, 硕士, 副教授, 主要从事动物营养与饲料资源开发研究。E-mail: 124604031@qq.com。

通信作者: 陶 勇, 博士, 副教授, 主要从事猪生产方向的研究。

E-mail: tyrsml975tt@126.com。

指示剂、钼钼酸铵显色剂、磷标准溶液(50 μg/mL、铁标准贮备液(1 000 μg/mL)、铜标准贮备液(1 000 μg/mL)、锌标准贮备液(1 000 μg/mL)等。以上试剂除铁、铜、锌标样外,未标注试剂级别的则均为分析纯。

1.3 测定用主要仪器

分析天平(型号为 AL204),购自梅特勒-托利多仪器有限公司);电热鼓风干燥箱(型号为 DHG-9101-2SA),购自上海三发科学仪器有限公司;马弗炉(型号为 SX2-4-10),购自上海华康实验仪器有限公司;消化炉(型号为 KDT-06),购自苏州市天威仪器有限公司;高温电炉,购自南通市长江光学仪器有限公司;可见分光光度计(型号为 722 型),购自上海舜宇恒平科学仪器有限公司;原子吸收分光光度计(型号为 TAS-990),购自北京普析通用仪器有限责任公司。

1.4 检测指标及测定方法

所有测定项目均在江苏农牧科技职业学院饲料分析实验室完成,共检测 7 个指标:水分、粗蛋白质、钙、总磷、铁、铜、锌。

水分采用常压烘干法(GB/T 6435—2014)测定;粗蛋白质采用半微量凯氏定氮法(GB/T 6432—96)测定;钙采用高锰酸钾滴定法(GB/T 6436—2002)测定;总磷采用钼黄比色法(GB/T 6437—2002)测定;铁、铜、锌采用原子吸收光谱法(GB/T 13885—2003)测定。

1.5 数据统计与分析

将试验原始数据录入 Excel 进行整理、计算。计算各指标的平均数、标准差以及变异系数等。

2 结果与分析

2.1 各阶段猪饲料中水分和粗蛋白质含量

猪饲料中水分含量高低不仅会影响饲料的贮存品质,还会影响有机营养物含量的高低。由表 1 可知,各阶段猪饲料水分含量均低于中华人民共和国农业标准《仔猪、生长肥育猪配合饲料》(以下简称猪饲料标准,表 2)(GB/T 5915—2008)水分含量要求(14.0%),说明各阶段猪饲料样品水分含量均在安全贮藏范围内,猪饲料中适宜的粗蛋白质含量也很重要。粗蛋白质含量过低会影响动物生产性能的发挥,过高则会产生浪费,增加粪尿中氮的排污量,污染环境。教槽料、保育料、小猪料、中猪料、大猪料中粗蛋白质平均含量分别为 17.53%、18.30%、16.96%、15.57%、13.74%。将各阶段猪饲料粗蛋白质含量与猪饲料标准(表 2)相比,其中 88.12%的饲料达到要求。对各阶段猪饲料的粗蛋白质合格率进行统计由低到高依次为教槽料、中猪料、大猪料、保育料、小猪料。各阶段猪饲料粗蛋白质含量变异系数均在 20%以下,其中大猪料和教槽料变异系数较低,约为 10%。

表 1 各阶段猪饲料中水分和粗蛋白质含量

项目	教槽料				保育料				小猪料	
	范围	平均数	标准差	变异系数	范围	平均数	标准差	变异系数	范围	平均数
水分	8.53~11.76	10.46	1.01	9.65	10.47~11.49	10.96	0.30	2.71	6.25~12.75	11.09
粗蛋白质	14.66~20.48	17.53	1.77	10.12	14.31~24.63	18.3	2.81	15.38	13.14~23.16	16.96
项目	小猪料			中猪料			大猪料			
	标准差	变异系数	范围	平均数	标准差	变异系数	范围	平均数	标准差	变异系数
水分	1.52	13.75	8.17~12.29	10.87	1.19	10.96	11.16~12.83	11.66	0.53	4.57
粗蛋白质	2.42	14.27	13.06~20.40	15.57	2.89	18.53	11.22~15.53	13.74	1.35	9.79

表 2 仔猪、生长肥育猪配合饲料主要营养成分含量要求^[9]

产品名称	猪生长阶段	水分 (%)	粗蛋白质 (%)	钙 (%)	总磷 (%)
仔猪饲料	前期(3~10 kg)	14.0	18	0.70~1.00	0.65
	后期(10~20 kg)	14.0	17	0.60~0.90	0.60
生长肥育猪饲料	前期(20~40 kg)	14.0	15	0.60~0.90	0.50
	中期(40~70 kg)	14.0	14	0.55~0.80	0.40
	后期(70 kg 至出栏)	14.0	13	0.50~0.80	0.35

2.2 各阶段猪饲料中钙和磷含量

钙、总磷是猪饲料中重要的常量矿物质元素,尤其是对生长期的猪。由表 3 可知,教槽料、保育料、小猪料、中猪料、大猪料中钙平均含量依次为 0.74%、0.68%、0.71%、0.76%、0.69%;总磷平均含量依次为 0.57%、0.54%、0.57%、0.49%、0.51%。中猪料钙含量变异系数达到 31.96%,教槽料达到 20.55%,保育料、仔猪料和大猪料钙含量变异系数均较低;总磷含量变异系数各阶段猪料均较低,中猪料最高为 11.04%。将各阶段猪饲料钙、总磷含量与猪饲料标准(表 2)相比,其中钙含量 96.55% 达到要求,总磷含量 93.42% 达到要求。各阶段猪料大猪料钙合格率最低,其次为中猪料,其余各阶段料均 100% 合格。各阶段猪料教槽料总磷合格率最

低,其次为中猪料,其余各阶段料均 100% 合格。

2.3 各阶段猪饲料中铁、铜、锌含量

生长育肥猪各阶段饲料中铁、铜、锌测定,由表 4 可知,教槽料、保育料、小猪料、中猪料、大猪料中铁的含量范围分别为 630~1 289、465~1 276、336~1 640、795~1 277、313~1 477 mg/kg;铜的含量范围分别为 146~457、62~478、97~341、73~478、24~195 mg/kg;锌的含量范围分别为 204~1 087、142~936、234~473、50~428、228~431 mg/kg。微量元素铁、铜、锌在饲料中的变异幅度要远远大于常量养分,其含量变异程度由高到低依次为铜、锌、铁。其中,保育猪、中猪和大猪饲料中铜的变异系数分别高达 50.88%、66.67%、55.56%;教槽料、保育料、中猪料饲料中锌含量变异系数分别高达 49.21%、50.99% 和 44.00%;小猪料、大猪料铁含量的变异系数分别高达 36.13% 和 35.07%。各阶段饲料铁、铜、锌含量均超过我国瘦肉型生长育肥猪要求(表 5)。但依据《饲料添加剂安全使用规范》(2009 年 6 月 18 号农业部发布)(表 6)中铁、铜、锌最高限量要求,微量元素铁、铜、锌均存在过量添加问题。依此判断教槽料、保育料、小猪料、中猪料、大猪料中铁的超标率分别为 77.78%、72.73%、42.86%、77.78%、75.00%;铜的超标率依次为 77.78%、54.55%、50.00%、50.00%、100.00%;锌的超标率依次为 100.00%、0、100.00%、

表 3 各阶段猪饲料中钙和磷含量

%

成分	教槽料				保育料				小猪料	
	范围	平均值	标准差	变异系数	范围	平均值	标准差	变异系数	范围	平均值
钙	0.61~0.94	0.74	0.15	20.55	0.61~0.76	0.68	0.05	7.50	0.61~0.98	0.71
磷	0.45~0.66	0.57	0.06	10.21	0.50~0.59	0.54	0.03	5.52	0.45~0.67	0.57

成分	小猪料		中猪料				大猪料			
	标准差	变异系数	范围	平均值	标准差	变异系数	范围	平均值	标准差	变异系数
钙	0.10	14.18	0.62~0.79	0.76	0.24	31.96	0.61~0.99	0.69	0.06	8.34
磷	0.06	9.74	0.41~0.55	0.49	0.05	11.04	0.46~0.54	0.51	0.03	5.77

表 4 各阶段猪饲料中铁、铜、锌含量

成分	教槽料					保育料					小猪料		
	范围 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	标准差 (mg/kg)	变异系数 (%)	超标率 (%)	范围 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	标准差 (mg/kg)	变异系数 (%)	超标率 (%)	范围 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	标准差 (mg/kg)
铁	630~1 289	1 040	202	19.42	77.78	465~1 276	1 015	236	23.25	72.73	336~1 640	955	345
铜	146~457	310	105	33.87	77.78	62~478	283	144	50.88	54.55	97~341	230	77
锌	204~1 087	569	280	49.21	100.00	142~936	406	207	50.99	0.00	234~473	330	62

成分	小猪料		中猪料				大猪料				所有料		
	变异系数 (%)	超标率 (%)	范围 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	标准差 (mg/kg)	变异系数 (%)	超标率 (%)	范围 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	标准差 (mg/kg)	变异系数 (%)	超标率 (%)	总超标率 (%)
铁	36.13	42.86	795~1 277	1 029	162	15.74	77.78	313~1 477	981	344.0	35.07	75	68.33
铜	33.48	50.00	73~478	192	128	66.67	50.00	24~195	124	68.9	55.56	100	62.71
锌	18.79	100.00	50~428	300	132	44.00	66.67	228~431	297	65.0	21.89	75	6.67

表 5 瘦肉型生长育肥猪每千克饲料营养成分含量^[10]

产品名称	猪生长阶段	铁 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	锌 (mg/kg)
仔猪饲料	前期(3~10 kg)	105.00	6.00	110.00
	后期(10~20 kg)	105.00	6.00	110.00
生长肥育猪饲料	前期(20~40 kg)	70.00	4.50	70.00
	中期(40~70 kg)	60.00	4.00	60.00
	后期(70 kg 至出栏)	50.00	3.50	50.00

表 6 猪饲料中铁、铜、锌限量值与判定值^[11]

mg/kg

猪生长阶段	铁		铜		锌	
	限量值	判定值	限量值	判定值	限量值	判定值
仔猪(≤30 kg)						
断奶后前 2 周	750	937.5	200	260	2 250	2 812.5
其他时间	750	937.5	200	260	150	202.5
生长育肥猪 (30~60 kg)	750	937.5	150	195	150	202.5
生长育肥猪 (≥60 kg)	750	937.5	35	47.25	150	202.5

66.67%、75.00%。所有各阶段饲料铁、铜、锌的总超标率分别为 68.33%、62.71% 和 76.67%。

3 讨论

3.1 粗蛋白质、钙、磷营养及安全

密闭式饲养方式下,饲料是猪唯一的营养来源。科学合理配制饲料不仅保证猪必需的营养成分含量,而且会降低猪粪污对环境的影响。本试验所测猪饲料中粗蛋白质、钙、总磷与猪饲料标准相比,达到要求的比例分别达 88.12%、96.55%、93.42%。说明部分饲料的粗蛋白质、钙、总磷的含量仍满足不了猪的需要。而粗蛋白质、钙、总磷均为猪所需要

的重要营养物质,其缺乏会降低猪的生长性能。麻晓霞对山东省不同饲料厂各阶段猪饲料调查发现,乳猪料中粗蛋白质、钙和磷、小猪料中粗蛋白质的含量都明显低于标准^[12]。李梦云等对河南省 12 家规模化猪场饲料测定后发现,断奶仔猪(8~10 kg)饲料中粗蛋白质含量(19.49%)偏低;保育猪(20 kg 左右)和肥育猪(80 kg 左右)饲料中,粗蛋白质(18.26%、16.63%)和总磷含量(0.56%、0.47%)均接近或稍低于需要量^[13]。

畜禽粪便是水生生态系统中氮、磷污染的主要来源^[14]。科学合理地配制饲料是降低畜禽粪便中氮、磷含量的有效措施。本试验中猪饲料中粗蛋白质、总磷含量均偏低,这降低了氮、磷污染的风险。为全面了解氮、磷污染风险,仍需进一步评价粗蛋白质中氨基酸的平衡性、总磷中植酸磷的比例、饲料中植酸酶的添加与否等。

3.2 铁、铜、锌营养及安全

铁、铜、锌是动物必需的微量营养元素。现代养猪生产中普遍采用高剂量铜、锌来促进猪生长、控制腹泻。本试验所测江苏地区猪饲料中微量元素铁、铜、锌均超过瘦肉型猪饲养标准要求,但是三者都存在严重超量问题,铁、铜、锌总超标率分别达 68.33%、62.71%、76.67%。锌的超标率与周鑫等对江苏某地区规模化猪场饲料中锌超标率结果 71.9%^[15]接近。本试验中江苏地区猪饲料铁、铜、锌超出最高限值的最大幅度分别达 57.55%、145.13%、312.70%。吴大伟等调查江苏 2 个规模化猪场饲料中铜、锌含量,显示铜、锌超标率分别达 191.7%、10.6% 和 41.4%、51.3%^[16]。众多学者对江苏以外地区猪饲料中铜、锌的测定结果也均表明猪饲料中铜、锌超标现象严重。黄玉溢等、石艳平等、王飞等分别测定了广西、嘉兴市、华北地区集约化养猪场猪饲料的铜、锌含量,结果表明以上 3 个地区铜、锌超标率分别为 100.00%、94.30%,

62.50%、19.64%、66.67%、80.00%^[8,17-18]。胡海平等、索超等、黄顺捷分别调查了东北三省不同规模猪场饲料、北京集约化猪场饲料、上海市郊规模化猪场饲料,结果表明饲料中锌超标率分别达 35.30%、9.30% 和 35.90%^[19-21]。目前我国猪饲料中使用的铜、锌主要形式为无机的硫酸盐形式,而猪对饲料中无机形式的铜锌吸收利用率较低,高剂量时更低。高铜的表现吸收率断奶仔猪 20%,成年动物不高于 10%;锌的吸收利用率不到 20%^[22-23]。远超过需要量的铁、铜、锌将会通过粪便排出体外,多个试验已证明猪饲料和粪便中铜锌含量存在显著或极显著正相关^[8,15,19-20],饲料中高剂量铜锌将通过“浓缩”效应进入粪便,粪便中铜、锌可分别为饲料中含量的 1.0~4.4 倍和 1.0~6.6 倍^[22]。通过对广西^[8]、江苏^[15-16]、浙江嘉兴市^[17]、华北^[18]、东北三省^[19]、北京^[20]、上海市郊^[21]等地多家猪场猪粪中铜、锌检测结果表明,猪粪中铜超标率为 71.90%~310.69%,平均超标率为 133.29%;锌超标率为 15.00%~122.97%,平均超标率为 67.21%。

还田是我国目前猪粪利用的主要方法。Nicholson 等研究畜禽粪便对土壤重金属积累的影响,发现猪粪对土壤铜、锌的积累量贡献较大^[24]。由于铜、锌的惰性,土壤中的铜、锌很难降解,高剂量的铜、锌会直接危害土壤微生物,矿物质的淋溶作用将会使土壤中矿物质进入水体,进一步危害水生生物^[25]。土壤中高浓度的铜、锌也会在农作物中累积,不仅能显著抑制农作物的生长^[6],而且会通过食物链进一步危害畜禽及人类健康。

饲料是畜禽粪便污染的源头,限制畜禽饲料中铜、锌的添加量将会有效控制粪便中的排放量,减少铜、锌对环境的污染。研究表明,高锌的促生长作用主要体现在仔猪上^[26]。猪育肥阶段使用低剂量铜、锌^[27-28],甚至不添加铜、锌^[29]并不会影响猪的生长性能,相反会降低猪肉的滴水损失和铜、锌的含量^[28]。为了进一步规范饲料添加剂的使用,保证生产安全的动物产品,减少畜牧生产对环境的污染,我国于 2017 年 12 月发布了新的《饲料添加剂安全使用规范》,从 2018 年 7 月起开始执行。新的规范对饲料中铜、锌的使用量做出了更严格的限量要求(表 7)。如仔猪断奶后前 2 周饲料中以氧化锌形式的锌的添加量从 2 250 mg/kg 下降至 1 600 mg/kg;仔猪(≤25 kg)饲料中锌元素的最高限量从原先的 150 mg/kg 降至 110 mg/kg;将 30 kg 以前仔猪铜的最高限量从 200 mg/kg 降至 125 mg/kg;30~60 kg 生长育肥猪铜的最高限量从 150 mg/kg 降至 25 mg/kg。将猪料中锌的限量从 150 mg/kg 更改为 25 kg 以下仔猪 110 mg/kg,25 kg 以上 80 mg/kg。为了畜牧业的可持续发展,相关部门应加强对饲料的管理,广大养殖户应提高社会责任感,从饲料源头控制养殖污染。

表 7 饲料中铜、锌最高限量要求^[30]

元素	最高限量(mg/kg)		
	仔猪 (≤25 kg)	生长育肥猪 (30~60 kg)	生长育肥猪 (>60 kg)
铜	125	25	25
锌	断奶后前 2 周 1 600, 其他时间 110	120	120

4 结论

依据 GB/T 5915—2008 仔猪、生长育肥猪配合饲料要

求,所测饲料水分含量全部符合要求,粗蛋白质、钙、总磷偏低比例分别为 11.88%、3.45%、6.58%。从粗蛋白质和总磷的绝对含量来看,所测猪饲料潜在的氮、磷污染风险较低。所测饲料铁、铜、锌含量均超过瘦肉型猪营养需要的要求,但对照《饲料添加剂安全使用规范》中铁、铜、锌的限量要求,饲料铁、铜、锌超标现象严重,各指标超标率分别达 68.33%、62.71%、76.67%。铁、铜、锌超出最高限量的最大幅度分别达 57.55%、145.13%、312.70%。由于饲料中铜、锌和粪便中铜、锌存在显著的正相关,从铜、锌所测结果可推断出所测猪饲料中潜在的铜、锌污染严重。所有阶段猪料中教槽料和大猪料存在问题最严重,是各阶段猪料中监控的重点。

参考文献:

- [1]江苏省统计局国家统计局江苏调查总队. 江苏统计年鉴:2016 [EB/OL]. [2018-09-03]. <http://www.jssb.gov.cn/2016nj/nj10/nj1014.htm>.
- [2]中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴:2016 [EB/OL]. [2018-01-03]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexch.htm>.
- [3]程金花,朱慈根,张铮铮,等. 江苏省养猪业生产结构变迁与成本收益分析[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):582-586.
- [4]包从兴. 畜禽养殖业猪粪便治理及其资源化利用——以江苏申牧畜禽有限公司为例[D]. 苏州:苏州科技学院,2015.
- [5]岳丹萍. 江苏省养猪业污染与对策的实证研究[D]. 南京:南京农业大学,2008:17.
- [6]诸春强. 畜禽粪便中重金属残留及对青菜与萝卜的影响[D]. 扬州:扬州大学,2008:22.
- [7]周维仁,邹思湘,李松岩,等. 高铜高锌日粮在猪体内的代谢规律及对土壤污染的评估[J]. 江苏农业科学,2011,39(2):290-294.
- [8]黄玉溢,陈桂芬,刘斌,等. 广西集约化养殖猪饲料 Cu 和 Zn 含量及粪便 Cu 和 Zn 残留特性研究[J]. 安徽农业科学,2012,40(17):9280-9281.
- [9]仔猪生长肥育猪配合饲料:GB/T 5915—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [10]猪饲养标准:NY/T 65—2004[S]. 北京:中国农业出版社,2004.
- [11]中华人民共和国农业部. 第 1 224 号公告 饲料添加剂安全使用规范[EB/OL]. [2017-09-03]. <http://www.moa.gov.cn>.
- [12]麻晓霞. 山东省猪饲料的营养水平调查及盈亏分析[D]. 泰安:山东农业大学,2013:28-29.
- [13]李梦云,崔锦,郭金玲,等. 河南省规模化猪场饲料及粪便中氮磷、重金属元素及抗生素含量调查与分析[J]. 中国畜牧杂志,2017,53(7):103-106.
- [14]Mallin M A, Cahoon L B. Industrialized animal production: a major source of nutrient and microbial pollution to aquatic ecosystems[J]. Population and Environment,2003,24(5):369-385.
- [15]周鑫,任善茂,李延森,等. 不同规模化猪场饲料和粪便中锌含量调查分析[J]. 家畜生态学报,2017,38(7):50-54.
- [16]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.
- [17]石艳平,黄锦法,倪雄伟,等. 嘉兴市主要生猪规模化养殖饲料和粪便重金属污染特征[J]. 浙江农业科学,2016,56(9):1494-1497.
- [18]王飞,邱凌,沈玉君,等. 华北地区饲料和畜禽粪便中重金属质量分数调查分析[J]. 农业工程学报,2015,31(5):261-268.

徐志伟,徐小波,于建宁,等.羊抗人 ApoB 高效价抗血清制备方法的建立与优化[J].江苏农业科学,2018,46(23):180-182.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.23.046

羊抗人 ApoB 高效价抗血清制备方法的建立与优化

徐志伟¹,徐小波²,于建宁²,刘伟忠¹

(1.江苏丘陵地区镇江农业科学研究所,江苏句容 212400;

2.江苏省农业科学院畜牧研究所/农业部种养结合重点实验室,江苏南京 210014)

摘要:用人 ApoB 抗原免疫湖羊,通过不同免疫剂量、不同免疫途径及不同羊年龄的比较,初步形成了羊抗人 ApoB 高效价抗血清的制备方法。结果表明,3 个免疫剂量以 0.4 mg/(次·头)免疫效果最好,免疫剂量过低[0.2 mg/(次·头)]与过高[1.0 mg/(次·头)]都不利于抗体的产生。3 种免疫途径中肌肉注射反应较差,皮下多点、皮内+淋巴 2 种途径效果一致,但皮下注射操作相对比较方便。15~22 月龄的成年羊对 ApoB 抗原的反应强度明显高于 6~10 月龄的幼年羊与 28~42 月龄的老年羊。

关键词:ApoB 抗原;免疫剂量;免疫途径;湖羊年龄;抗体效价

中图分类号:S852.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)23-0180-03

载脂蛋白(apolipoprotein,简称 Apo)是指血浆脂蛋白中的蛋白质部分,Apo 既是脂蛋白的构成部分,又具有稳定脂蛋白的功能,同时能修饰并影响与脂代谢有关的酶活性^[1]。ApoB 与胆固醇组成低密度脂蛋白(low density lipoprotein,简称 LDL),能识别 LDL 受体,介导 LDL 代谢^[2-3],所以 ApoB 在维持体内血脂恒定、脂类代谢与转运中发挥重要作用。因此,人 ApoB 的检测在糖尿病、冠状动脉综合征等心血管疾病的诊断和临床治疗方面具有重要意义^[4-5]。可通过测定 ApoB

反映低密度脂蛋白指标,而且 ApoB/ApoA1 的值是动脉粥样硬化等疾病预测和诊断的重要参考。测定载脂蛋白及脂蛋白对分析心血管类疾病的状态很有价值^[4]。然而用于检测 ApoB 的试剂盒尚不成熟,其难点是制备高效价和高特异性的免疫血清,目前通过大动物免疫获得血清中的抗体效价一般都不高,提高抗体效价的研究是很有价值的。

本试验研究用人 ApoB 抗原免疫湖羊,通过不同免疫剂量、不同免疫途径及不同羊年龄的比较,形成并优化羊抗人 ApoB 高效价抗血清的制备方法,以期规模化生产奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验羊与试验期 试验在江苏省句容市行香羊场实

收稿日期:2017-08-15

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(16)1054]

作者简介:徐志伟(1965—),男,江苏常州人,硕士,副研究员,主要从事畜禽高效养殖方面的研究。E-mail:xzw1729@sina.com。

通信作者:徐小波,研究员,主要从事家畜育种与生产研究。
E-mail:119649103@qq.com。

[19]胡海平,王代懿,张丰松,等.东北三省不同规模养殖场畜禽饲料和粪便中锌含量特征[J].环境科学研究,2013,26(6):689-694.

[20]索超,李艳霞,张增强,等.北京集约化养殖畜禽饲料 Zn 含量及粪便 Zn 残留特征研究[J].农业环境科学学报,2009,28(10):2173-2179.

[21]黄顺捷.上海市郊规模化养猪场锌的应用状况调查研究[D].福州:福建农林大学,2012.

[22]Cang L, Wang Y J, Zhou D M, et al. Study of heavy metals pollution in poultry and livestock feeds and manures under intensive farming in Jiangsu Province[J]. Journal of Environmental Sciences, 2004, 16(3):371-374.

[23]冯秉福,赵新全,曹俊虎.微量元素锌在动物生产中的作用[J].中国畜牧兽医,2008,435(6):26-29.

[24]Nicholson F A, Chambers B J, Williams J R, et al. Heavy metal contents of livestock feeds and animal manures in England and Wales[J]. Bioresource Technology, 1999, 70(1):23-31.

[25]Jensen J, Larsen M M, Bak J. National monitoring study in Denmark finds increased and critic levels of copper and Zn in arable soils

fertilized with pig slurry[J]. Environmental Pollution, 2016, 214:334-340.

[26]赵昕红,李德发,田福刚,等.高锌和高铜对仔猪生长性能、免疫机能和抗氧化酶活性的影响[J].中国农业大学学报,1999,4(1):91-96.

[27]Hernandez A, Pluske J R, Souza D D, et al. Levels of copper and Zn in diets for growing and finishing pigs can be reduced without detrimental effects on production and mineral status[J]. Animal, 2008, 2(12):1763-1771.

[28]苟兴能,奉向东,张有志,等.饲料中高铜高锌的不同停用时间对猪生长性能和猪肉品质的影响[J].中国饲料,2009(12):31-32.

[29]Peter C M, Parr T M, Parr E N, et al. The effects of phytase on growth performance, carcass characteristics, and bone mineralization of late-finishing pigs fed maize-soyabean meal diets containing no supplemental phosphorus, Zn, copper and manganese[J]. Animal Feed Science and Technology, 2001, 94(3):199-205.

[30]中华人民共和国农业部.第 2 625 号公告 饲料添加剂安全使用规范[EB/OL]. [2018-01-03]. http://www.moa.gov.cn.