

程小飞, 向 劲, 李传武, 等. 病死猪肉骨粉与鱼粉营养成分对比分析[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(16): 208–211.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.16.041

病死猪肉骨粉与鱼粉营养成分对比分析

程小飞¹, 向 劲¹, 李传武¹, 宋 锐¹, 洪 波¹, 田 兴¹, 夏 英², 李绍明¹, 刘 丽¹

(1. 湖南省水产科学研究所, 湖南长沙 410153; 2. 岳阳市洞庭湖江豚保护中心, 湖南岳阳 414000)

摘要:为探索非传染性病死猪无害化处理产物(猪肉骨粉)的资源化利用,对猪肉骨粉和鱼粉一般营养成分、氨基酸组成进行测定及对比分析。结果表明,猪肉骨粉和鱼粉中水分、粗蛋白、粗脂肪、灰分的含量分别为 3.25% 和 8.92%、66.65% 和 66.67%、13.52% 和 8.23%、18.25% 和 21.50%。猪肉骨粉和鱼粉中必需氨基酸(EAA)含量分别为 19.94%、22.35%,其第一限制性氨基酸均为 Met(蛋氨酸)+Cys(半胱氨酸),第二限制性氨基酸均为 Lys(赖氨酸),必需氨基酸指数(EAAI)分别为 66.60 和 77.04,鲜味氨基酸(DAA)含量分别为 26.89% 和 23.15%。综上,非传染性病死猪肉骨粉具有高蛋白、低灰分的特性,作为废弃物资源化再利用,尤其是在水产饲料中替代鱼粉具有一定的开发利用潜力。

关键词:非传染性病死猪;废弃资源再利用;猪肉骨粉;鱼粉;营养成分;氨基酸;氨基酸评分(AAS);化学评分(CS);必需氨基酸指数(EAAI);鲜味氨基酸

中图分类号:S879.9

文献标志码:A

文章编号:1002-1302(2020)16-0208-04

随着我国畜牧业快速、集约化发展,养殖过程中因疾病等原因造成养殖动物死亡数量不断增加。以养猪业为例,根据国家统计局发布的《2018 年国民经济和社会发展统计公报》数据显示,2018 年末我国生猪存栏 42 817 万头,生猪出栏 69 382 万头(除我国香港、台湾和澳门外)^[1],行业认可的生猪养殖死亡率通常为 3%~12%^[2-3],按最小死亡率 3% 计算,2018 年死亡生猪超过 2 000 万头。因此,养殖场病死动物尸体的无害化处理已经成为相关行业的热点研究课题,而病死动物无害化处理产物的资源化利用研究是行业可持续发展的重要环节。

化制法,是病死动物无害化处理的主要方式之一。非传染性病死猪经过化制法所得产物——病死猪肉骨粉(简称“猪肉骨粉”),作为鱼粉的替代蛋白源,在水产饲料和特种毛皮经济动物饲料中具有一定的开发利用潜力。对病死猪无害化处理及资源化利用,不但可以降低由于病死猪随意丢弃造成

的环境污染,还可以实现废弃资源再利用,从而降低养殖成本和无害化处理成本。目前,对肉骨粉的研究主要集中在营养成分^[4-8]、安全性^[9-10]和水产饲料中的应用^[11-13]等,关于病死猪肉骨粉营养成分的研究却鲜有报道^[14]。

本试验以猪肉骨粉和鱼粉为研究对象,通过对其一般营养成分、氨基酸组分进行测定和对比分析,以期对病死动物无害化处理产物(猪肉骨粉)的资源化利用及鱼粉替代蛋白源开发提供参考。

1 材料与方法

1.1 样品来源及预处理

非传染性病死猪无害化处理产物——猪肉骨粉,由湖南某某环保科技有限公司提供。试验用鱼粉为秘鲁进口白鱼粉,由湖南常德某大型饲料公司提供,经小型粉碎机粉碎后,过 60 目筛,于 -20℃ 冷冻保存,用于常规营养成分、氨基酸组成测定与分析。

1.2 营养成分测定及氨基酸评价

1.2.1 一般营养成分测定方法^[15] (1)水分含量,(105±2)℃常压烘干法(GB/T 5009.3—2010《食品安全国家标准 食品中水分的测定》);(2)蛋白质含量,自动凯氏定氮仪法(GB/T 5009.5—2010《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》),采用仪器为丹麦 FOSS 全自动凯氏定氮仪 Kjeltac

收稿日期:2019-06-26

基金项目:湖南省科技重大专项(编号:2017NK1030);国家大宗淡水鱼产业技术体系长沙综合试验站项目(编号:CARS-45-47)。

作者简介:程小飞(1986—),男,陕西山阳人,硕士,助理研究员,从事水产动物营养与饲料科学研究。E-mail:chengxiaofei19@126.com。

通信作者:李绍明,高级工程师,从事水产养殖研究,E-mail:2956914258@qq.com;刘 丽,博士,副研究员,从事水产动物营养与品质调控研究,E-mail:hnhhliliu@163.com。

8400; (3) 粗脂肪含量, 索氏抽提法 (GB/T 5009. 6—2003《食品中脂肪的测定》), 使用仪器为丹麦 FOSS 索氏抽提器; (4) 灰分含量, 550 ℃ 马福炉灼烧法 (GB/T 5009. 4—2010《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》)。

1.2.2 氨基酸测定方法^[16] 取样品 0.5 g, 用 6 mol/L 盐酸于 110 ℃ 下水解 22 h 并过滤定容至 50 mL, 取 0.5 mL 真空干燥制作成样品, 使用德国 Sykam 公司 S-433D 型氨基酸分析仪测定样品氨基酸组成及含量; 根据联合国粮农组织/世界卫生组织 (FAO/WHO) 1973 年建议的氨基酸评分标准模式和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式^[17], 按公式^[18-19] 分别计算氨基酸评分 (AAS)、化学评分 (CS) 和必需氨基酸指数 (EAAI):

$$AAS = \frac{aa}{AA_{FAO/WHO}};$$

$$CS = \frac{aa}{AA_{Egg}};$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{100A}{A_E} \times \frac{100B}{B_E} \times \frac{100C}{C_E} \times \cdots \times \frac{100H}{H_E}}。$$

式中: aa 为试验样品氨基酸含量, %; $AA_{FAO/WHO}$ 为 FAO/WHO 评分标准模式中同种氨基酸含量, mg/g

(以 N 计); AA_{Egg} 为全鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量, mg/g (以 N 计); n 为比较的必需氨基酸数; A, B, C, \dots, H 为样品中必需氨基酸含量, mg/g (以 N 计, DW); $A_E, B_E, C_E, \dots, H_E$ 为全鸡蛋蛋白质中同种必需氨基酸含量, mg/g (以 N 计, DW)。

氨基酸含量 (mg/g, 以 N 计) = 氨基酸含量 (% , DW)/粗蛋白含量 (% , DW) $\times 6.25 \times 1\,000$ 。

1.3 数据处理

结果以“平均值 \pm 标准差” ($\bar{x} \pm s$) 表示。采用 Excel 2007 中样本 t 检验对数据进行分析, $P < 0.05$ 为差异性显著。

2 结果与分析

2.1 猪肉骨粉和鱼粉一般营养成分

由表 1 可知, 猪肉骨粉和鱼粉的水分含量分别为 3.25%、8.92%, 粗蛋白质含量分别为 66.65%、66.67%, 粗脂肪含量为 13.52%、8.23%, 灰分含量分别为 18.25%、21.58%。其中, 猪肉骨粉的水分和灰分含量显著低于鱼粉 ($P < 0.05$), 粗脂肪含量显著高于鱼粉 ($P < 0.05$), 而粗蛋白质含量无显著差异 ($P > 0.05$)。因此, 本研究中猪肉骨粉具有粗蛋白质和粗脂肪含量高, 灰分和水分含量低的特性。

表 1 猪肉骨粉和鱼粉一般营养成分比较

样品种类	一般营养成分含量 (%)			
	水分	粗蛋白质	粗脂肪	灰分
猪肉骨粉	3.25 \pm 0.01b	66.65 \pm 0.10a	13.52 \pm 0.36a	18.25 \pm 0.58b
鱼粉	8.92 \pm 0.07a	66.67 \pm 1.16a	8.23 \pm 0.16b	21.50 \pm 0.58a

注: $n=3$ 。同列数据后不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

2.2 猪肉骨粉和鱼粉氨基酸组成

由表 2 可知, 猪肉骨粉和鱼粉均检测到 17 种氨基酸 (色氨酸因酸水解未检出), 其氨基酸总含量 (TAA) 分别为 60.60% 和 57.82%, 7 种必需氨基酸 (EAA) 含量分别为 19.94% 和 22.35%, 10 种非必需氨基酸 (NEAA) 含量分别为 40.66% 和 35.47%。猪肉骨粉 17 种氨基酸中, 谷氨酸含量最高, 为 9.76%, 其次是甘氨酸 (6.76%)、天冬氨酸 (5.49%)、亮氨酸 (5.30%)、丙氨酸 (4.88%)、脯氨酸 (4.75%)、缬氨酸 (3.56%)、精氨酸 (3.01%)、赖氨酸 (2.70%)、苯丙氨酸 (2.62%)、异亮氨酸 (2.39%)、苏氨酸 (2.05%)、组氨酸 (2.01%)、酪氨酸 (1.98%)、丝氨酸 (1.72%)、蛋氨酸 (1.32%), 半胱氨酸含量最低, 含量为 0.30%。鱼粉猪 17 种氨

基酸中, 也是谷氨酸含量最高, 含量为 8.92%, 其次是天冬氨酸 (6.09%)、亮氨酸 (5.02%)、丙氨酸 (4.12%)、甘氨酸 (4.02%)、赖氨酸 (3.63%)、缬氨酸 (3.47%)、异亮氨酸 (2.88%)、精氨酸 (2.87%)、苏氨酸 (2.77%)、脯氨酸 (2.72%)、苯丙氨酸 (2.62%)、丝氨酸 (2.43%)、酪氨酸 (2.14%)、组氨酸 (1.97%)、蛋氨酸 (1.93%), 半胱氨酸含量最低, 含量为 0.19%。猪肉骨粉和鱼粉中鲜味氨基酸总含量 (DAA) 分别为 26.89% 和 23.15%, EAA/TAA 值分别为 32.90% 和 38.65%, EAA/NEAA 值分别为 49.04% 和 63.01%。

2.3 猪肉骨粉和鱼粉氨基酸评分、化学评分及必需氨基酸指数

由猪肉骨粉和鱼粉氨基酸评分 (AAS) 和化学

表 2 猪肉骨粉与鱼粉氨基酸组成

氨基酸	含量(%)	
	猪肉骨粉	鱼粉
天冬氨酸(Asp)	5.49	6.09
苏氨酸(Thr)	2.05	2.77
丝氨酸(Ser)	1.72	2.43
谷氨酸(Glu)	9.76	8.92
甘氨酸(Gly)	6.76	4.02
丙氨酸(Ala)	4.88	4.12
半胱氨酸(Cys)	0.30	0.19
缬氨酸(Val)	3.56	3.47
蛋氨酸(Met)	1.32	1.96
异亮氨酸(Ile)	2.39	2.88
亮氨酸(Leu)	5.30	5.02
酪氨酸(Tyr)	1.98	2.14
苯丙氨酸(Phe)	2.62	2.62
组氨酸(His)	2.01	1.97
赖氨酸(Lys)	2.70	3.63
精氨酸(Arg)	3.01	2.87
脯氨酸(Pro)	4.75	2.72
氨基酸总量(TAA)	60.60	57.82
必需氨基酸(EAA)	19.94	22.35
鲜味氨基酸(DAA)	26.89	23.15
非必需氨基酸(NEAA)	40.66	35.47
EAA/NEAA	49.04	63.01
EAA/TAA	32.90	38.65
DAA/TAA	44.37	40.04

注:DAA 表示 Asp、Glu、Ala、Gly 4 种鲜味氨基酸总和。

评分(CS)结果(表 3)可知,猪肉骨粉分别是 Phe + Tyr 和 Leu 评分最高,其值分别为 1.14 和 0.93; Met + Cys 评分最低,其值分别为 0.69 和 0.39,其次是 Lys,其值分别为 0.74 和 0.57。鱼粉的 AAS 显示,Phe + Tyr 最高,为 1.17; Met + Cys 最低,为 0.92,其次是 Lys,为 1.00。鱼粉的 CS 显示,Thr 最高,为 0.89; Met + Cys 最低,为 0.52,其次是 Lys,为 0.77。病死猪肉骨粉的第一、第二限制性氨基酸分别为 Met + Cys、Lys,这与鱼粉的限制性氨基酸相同。猪肉骨粉和鱼粉的必需氨基酸指数(EAAI)分别为 66.60 和 77.04。

3 讨论

不同国家对动物性蛋白原料在水产饲料中应用的政策规定各不相同,20 世纪 80 年代,因为疯牛病在欧盟大肆流行,动物性蛋白原料被禁止使用,直至 2013 年才允许非反刍动物源性饲料蛋白在水产饲料中应用,但仍然禁止动物蛋白原在同种动物中进行蛋白循环。在我国,肉骨粉在非同源动物饲料中应用较为广泛,尤其是水产饲料有大量的研究和应用^[20],但关于病死猪肉骨粉应用的安全性一直存在这争议。农医发[2005]25 号《病死及死因不明动物处置办法(试行)》、GB 16548—2006《病害动物和病害动物产品生物安全处理规程》及农医发[2013]34 号《病死动物无害化处理技术规范》,虽对病死动物及动物产品的报告、诊断及无害化处理

表 3 猪肉骨粉和鱼粉的氨基酸分、化学分及必需氨基酸指数的对比结果

氨基酸	FAO/WHO 标准模式含量 (mg/g,以 N 计)	全鸡蛋 蛋白质含量 (mg/g,以 N 计)	肉骨粉			鱼粉		
			含量 (mg/g,以 N 计)	AAS	CS	含量 (mg/g,以 N 计)	AAS	CS
异亮氨酸 Ile	250	331	224.12	0.90	0.68	269.99	1.08	0.82
亮氨酸 Leu	440	534	497.00	1.13	0.93	470.60	1.07	0.88
赖氨酸 Lys	340	441	253.19	0.74 ^b	0.57 ^b	340.30	1.00 ^b	0.77 ^b
苏氨酸 Thr	250	292	192.24	0.77	0.66	259.67	1.04	0.89
缬氨酸 Val	310	411	333.83	1.08	0.81	325.30	1.05	0.79
蛋氨酸 + 半胱氨酸 Met + Cys	220	386	151.91	0.69 ^a	0.39 ^a	201.55	0.92 ^a	0.52 ^a
苯丙氨酸 + 酪氨酸 Phe + Tyr	380	565	431.36	1.14	0.76	446.23	1.17	0.79

注:a 表示第一限制性氨基酸;b 表示第二限制性氨基酸。猪肉骨粉、鱼粉的必需氨基酸指数分别为 66.60、77.04。

工作有明确要求,但对病死动物无害化处理后的副产物利用缺乏具体规定,因此本研究以非传染性病死猪为原料进行营养成分测定与分析,为病死猪无害化处理产物资源化再利用进行科学探索。

黄嫚秋等对国内 10 个具有代表性的肉骨粉样品进行的研究表明,国产肉骨粉的水分、粗蛋白质、粗脂肪和灰分含量一般分别为 6.09% ~ 10.20%、48.13% ~ 54.93%、4.99% ~ 16.47%、17.76% ~

34.90%^[4]。张琴等对澳大利亚、乌拉圭产肉骨粉的研究表明,进口肉骨粉的水分、粗蛋白、粗脂肪和灰分含量一般分别为 6.94% ~ 7.24%、48.16% ~ 57.06%、10.55% ~ 13.93%、25.54% ~ 38.57%^[10]。GB/T 20193—2006《饲料用骨粉及肉骨粉》规定,肉骨粉水分含量不高于 10%,粗脂肪含量不高于 12%,一级、二级、三级标准的粗蛋白质含量分别不低于 50%、45%、40%,一级、二级、三级标准的灰分含量分别不高于 33%、38%、43%^[21]。肉骨粉的水分含量在一定程度上影响其贮存及品质,而本试验中病死猪无害化处理产物猪肉骨粉的水分和灰分含量分别为 3.25% 和 18.25%,显著低于鱼粉中水分和灰分含量,且远低于常规肉骨粉中水分和灰分含量。本试验中猪肉骨粉的粗蛋白质含量与鱼粉中粗蛋白质含量相当,均远高于常规肉骨粉,且达到国家肉骨粉一级标准。本试验中猪肉骨粉的粗脂肪含量高于鱼粉中粗脂肪含量,且略高于肉骨粉国家标准中规定的上限(12%),与常规肉骨粉中粗脂肪含量相比存在较大差异,这可能与肉骨粉的生产厂家、工艺、原料品质等相关,使得粗脂肪含量的变异系数较大^[4]。

本研究中猪肉骨粉的谷氨酸、甘氨酸和丙氨酸 3 种鲜味氨基酸高于鱼粉,但其苏氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸和赖氨酸 4 种必需氨基酸及其必需氨基酸总含量低于鱼粉,这与刘海燕等的研究结果^[7]基本一致。根据 FAO/WHO 的理想模式,质量较好的蛋白质组成氨基酸的 EAA/TAA 为 40% 左右,EAA/NEAA 在 60% 以上^[17],猪肉骨粉略低于上述指标要求,而鱼粉则基本符合上述指标要求,说明肉骨粉的氨基酸营养价值略低于鱼粉。根据中国饲料数据库(2018 年第 29 版)^[22],豆粕的必需氨基酸含量为:苯丙氨酸 2.21%、蛋氨酸 0.59%、赖氨酸 2.68%、苏氨酸 2.05%、色氨酸 0.57%、亮氨酸 3.35%、异亮氨酸 1.99%、缬氨酸 2.09%。同本研究中猪肉骨粉比较,豆粕中 7 种必需氨基酸均低于或等于肉骨粉,可见猪肉骨粉的氨基酸营养价值虽不及鱼粉好,但优于豆粕。

4 结论

非传染性病死猪无害化处理产物(猪肉骨粉)具有高蛋白、低灰分的特性,作为废弃物资源化再利用,尤其是在水产饲料中替代鱼粉具有一定的开发利用潜力。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中华人民共和国 2018 年国民经济和社会发展统计公报([1])[N]. 人民日报,2019-03-01(010).
- [2] 韩涛,亢文华,原霖,等. 动物无害化处理与资源利用研究进展[J]. 中国动物检疫,2015,32(2):47-49.
- [3] 杨军香,黄萌萌,全勇,等. 病死畜禽高温生物降解无害化处理技术研究与应用[J]. 中国家禽,2016,38(8):1-4.
- [4] 黄曼秋,陈家文,宋代军. 国内肉骨粉营养成分的比较研究[J]. 饲料研究,2011(9):80-82.
- [5] 肖珺,金青哲. 肉骨粉的研究和应用[J]. 粮食与饲料工业,2012(6):56-59.
- [6] 于海瑞,张琴,童潼,等. 3 种不同来源肉骨粉营养成分的比较[J]. 潍坊学院学报,2014,14(2):80-82.
- [7] 刘海燕. 鱼粉与肉骨粉营养成分的对比例分析[J]. 养殖与饲料,2014(5):34-36.
- [8] 冯幼,许合金,黎相广,等. 肉粉、肉骨粉的品质控制及其在鱼类生产中的应用[J]. 饲料与畜牧·新饲料,2014(3):25-27.
- [9] 饶正华,王宏,张苏,等. 饲料中沙门氏菌的检测及其在肉骨粉中的生长特性研究[J]. 农产品质量与安全,2013(4):41-43.
- [10] 张琴,于海瑞,童潼,等. 3 种不同来源的水产用肉骨粉安全性的比较研究[J]. 饲料研究,2014(5):67-70.
- [11] 黎慧,付文忠,邵庆均. 肉骨粉在水产动物营养中的应用[J]. 湖南饲料,2012(3):26-28.
- [12] 王裕玉,石野,杨雨虹,等. 肉骨粉在水产饲料中的应用[J]. 中国饲料,2012(2):32-35.
- [13] 许茂思,梁宇祥,刘志平. 肉骨粉应用现状及毛皮动物胴体加工肉骨粉前景[J]. 黑龙江畜牧兽医,2016(20):209-211.
- [14] 杨慧杰,郝利忠,刘敬先. 病死猪生物降解技术及其产物的应用评估[J]. 现代畜牧兽医,2015(8):57-60.
- [15] 程小飞,洪波,苏东旭,等. 刺鲃鱼皮和鱼鳞营养成分的分析与评价[J]. 现代食品科技,2019,35(5):259-267.
- [16] 程小飞,宋锐,徐远琴,等. 网箱养殖刺鲃肌肉营养成分分析及评价[J]. 现代食品科技,2019,35(6):245-250,236.
- [17] FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. Energy and protein requirements[M]. Rome: FAO Nutrition Meeting Report Series, 1973:52.
- [18] Pellett P L, Yong V R. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Tokyo: The United National University Publishing Company, 1980: 26-29.
- [19] 程小飞,邱立疆,吉红,等. 两种处理工艺对蚕蛹品质影响的研究[J]. 家畜生态学报,2012,33(3):55-60.
- [20] 王裕玉,徐钢春,聂志娟,等. 水产动物饲料中动物蛋白源替代鱼粉研究进展[J]. 江苏农业科学,2019,47(16):24-29.
- [21] 中华人民共和国国家技术监督局. 饲料用骨粉及肉骨粉:GB/T 20193—2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [22] 中国饲料数据库. 中国饲料成分及营养价值表(2018 年第 29 版)[J]. 中国饲料,2018(21):64-73.