研究报告

膨化对实验犬粮营养成分影响的研究

李慧贤 常银莲 卓志勇 张海峰 史 良

(北京科澳协力饲料有限公司,北京 100107)

摘要:目的 犬是人类最早驯化的动物之一,20 世纪 40 年代,犬开始作为实验动物用于研究,在生物医学中主要用于实验外科学、基础医学、药理、毒理学以及一些疾病研究中,对生物医学的发展具有重要意义。为实验犬提供稳定配方的标准化饲料,是提高实验科学性的重要环节。目前,实验犬粮的生产主要采用膨化工艺。本文则主要研究在特定膨化条件下,实验犬粮蛋白质、脂肪、氨基酸、维生素以及微量元素等指标检测值与配方值的差异情况。**方法** 依据《中国饲料成分及营养价值表》(第 28 版)提供的数据,计算实验犬粮配方中各营养成分配方值,然后将成品实验犬粮送至实验室检测实际值,将二者进行对比。**结果** 实验犬粮经过膨化后,脂肪损失 6%,组氨酸、赖氨酸、蛋氨酸分别损失 8%、6%、2%,维生素 E、维生素 B2、烟酸、胆碱、维生素 B6 损失率分别为 29%、65%、46%、1%、81%。**结论** 在本次研究中设定的膨化参数条件下,实验犬粮中各营养素损失如结果所示。因膨化参数不同,对营养素的影响不同,因此,建议同行可根据实际生产情况适当调整日粮配方。

关键词:实验动物;犬;犬粮;膨化

中图分类号: S816 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-6179(2019)04-0051-05

DOI:10.3969/j.issn.1006-6179.2019.04.012

实验动物是生命科学研究的基础和条件,是衡量一个国家或一个单位科研水平的重要标志[1]。作为活的“精密仪器”,实验动物的标准化程度直接影响研究成果的确立、研究水平的高低以及研究产品的质量等。而标准化的实验动物饲料则是保证实验动物质量标准化的重要条件之一[2]。

犬作为实验动物,在生命科学领域已应用多年。目前,实验犬粮的生产常采用膨化技术。挤压、膨化技术作为饲料加工方法起始于八十年代末,它是将粉状饲料采用加温、加压处理,挤出模孔或突然喷出压力容器,压力迅速降低、体积突然膨大而成[3]。根据膨化过程中是否进行水热处理,可将膨化分为干法膨化和湿法膨化两种,湿法膨化相对干法膨化更具有优势,一方面生产效率大大提高,另一方面也降低了机器部件的磨损。较粉料和颗粒料来讲,膨化饲料具有适口性好和致病微生物杀灭量大等特点,还能有效破坏饲料中的抗营养因子。有利于动物对营养物质的消化吸收。但由于膨化会涉及到高温、高压的处理过程,会导致部分营养物质损失[4-7]。一般认为,膨化对饲料蛋白质的含量基本没有影响,但是会使蛋白质发生变性,提高其在动物肠道中的消化和吸收率。而氨基酸的破坏程度与加工条件有关,在加工温度不是很高时,膨化对氨基酸的影响不大。但膨化温度升高后(170~200 ℃),对热敏感的氨基酸容易受到损失,如赖氨酸、胱氨酸等[8]。饲料中维生素含量受到膨化处理的影响较大,尤其是水溶性维生素损失率较高。而膨化对微量元素影响不大[9]。多数研究表明,生产饲料不同,膨化设定参数不同,如温度为 100~200 ℃之间,压力为 0.4~0.8 MPa 之间,停留时间也是几十秒到几分钟不等,而生产参数设定的不同,膨化过程对营养物质损失率的影响差异也很大[10-11]。

目前,我国实验动物饲料主要参照的标准为实验动物配合饲料营养成分标准(GB 14924.3—2010),该标准对实验动物配合饲料及饲料原料的质量作了强制性要求,明确规定了每种饲料营养成分限值[12],并规定了强制性指标以及推荐性指标。因此,要想生产出符合生长繁殖营养需要、安全可靠的犬粮,确定膨化条件下犬粮营养成分的变化则十分重要。本文则主要研究在固定生产条件下,实验

收稿日期:2019-01-21

作者简介:李慧贤(1989—),女,硕士研究生,研究方向:动物营养.E-mail:524597720@qq.com

犬粮经膨化后蛋白质、脂肪、氨基酸、维生素以及微量元素的变化情况。以期为实验动物饲料生产企业设置合理配方比例,优化生产参数,为生产优质实验犬粮提供思路。

1 材料与方法

1.1 材料

实验犬粮由北京科澳协力饲料有限公司提供。

1.2 设备

MY135(SJPS135)单螺杆膨化机组,江苏牧羊集团有限公司。

1.3 工艺

原料粉碎→筛分→混合→调制(温度:105~115 ℃、压力为 0.6~0.8Mpa、时间 3~5 min)→膨化→干燥→冷却→成品

1.4 方法

随机抽取 2016、2017 以及 2018 年 6 个批次实验犬粮饲料送至美国 Midwest Laboratories 检测。分析方法采用美国分析化学家协会 AOAC(Association of Official Chemists)规定的检测方法。水分测定采用 AOAC 930.15,蛋白测定采用 AOAC 990.03,脂肪测定采用 AOAC 954.02,纤维测定采用 AOCS Ba 6a-05,灰分测定采用 AOAC 942.05,氨基酸测定采用 AOAC 994.1,色氨酸测定采用(AOAC 988.15),微量元素测定采用 AOAC 985.01,维生素检测采用 AOAC 992.03。

2 结果

2.1 实验犬粮常规营养指标

本研究中选用的实验犬粮常规营养指标符合国标要求,经过膨化工艺后,与配方值对比,饲料中粗脂肪、钙、磷有损失,损失率分别为 6%、20%、24%,见表 1。

表 1 实验犬粮常规营养指标

Table 1 Common nutritional indicators of experimental dogs

营养指标 *	配方值	配方值折算干物质	检测值	检测值折算干物质	损失率/%	国标
干物质 DM%	87.46	90.00	93.51±0.94	90.00		≥90.00
粗蛋白质 CP%	30.16	31.03	33.28±1.47	32.03	-3	≥26
粗脂肪 EE%	20.45	21.04	20.53±1.70	19.76	6	≥7.50
粗纤维 CF%	1.75	1.80	2.71±0.83	2.60	-45	≤3
粗灰分 Ash%	4.52	4.65	6.42±0.40	6.17	-33	≤9
钙 Ca%	1.55	1.60	1.32±0.14	1.27	20	1~1.5
总磷 P%	1.13	1.16	0.92±0.08	0.88	24	0.6~0.8

注:* 配方数据库采用《中国饲料成分及营养价值表》(第 28 版),下表同。

损失率=(配方折算干物质-检测折算干物质)/配方折算干物质×100%,下表同。

Note: * the formula database is based on the table of feed ingredients and nutritional values of China (twenty-eighth Edition).

Loss rate=(formula converted to dry matter-Detection converted to dry matter) / formula converted to dry matter × 100%, the same as in the following table.

2.2 实验犬粮氨基酸营养指标

本研究中选用的实验犬粮氨基酸营养指标符合国标要求,在该结果中,可以发现组氨酸、赖氨酸经过膨化后会有部分损失,损失率分别为 8%、6%。其余氨基酸不仅没有损失,相反其含量还有所增加,见表 2。

表 2 实验犬粮氨基酸营养指标

Table 2 Amino acid nutritional indicators of experimental dogs

营养指标/%	配方值	配方值折算干物质	检测值	检测值折算干物质	损失率/%	国标
精氨酸 Arg	1.57	1.61	1.85±0.11	1.78	-10	≥1.35
组氨酸 His	0.70	0.72	0.69±0.06	0.66	8	≥0.48
异亮氨酸 Ile	1.09	1.12	1.31±0.08	1.26	-12	≥0.79
亮氨酸 Leu	2.54	2.62	3.07±0.14	2.95	-13	≥1.60
赖氨酸 Lys	1.54	1.59	1.55±0.09	1.50	6	≥1.11
蛋氨酸+胱氨酸 Met+ Cys	1.18	1.22	1.71	1.66	-36	≥0.72
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe+ Tyr	2.15	2.2	2.69	2.59	-22	≥1.56
苏氨酸 Thr	1.04	1.07	1.31±0.28	1.26	-18	≥0.78
色氨酸 Trp	0.24	0.25	0.27±0.05	0.26	-4	≥0.23
缬氨酸 Val	1.28	1.32	1.81±0.27	1.74	-32	≥1.04

2.3　实验犬粮维生素指标

膨化工艺对维生素指标影响较大,其中维生素 E、维生素 B_2、烟酸、胆碱、维生素 B_6 损失率分别为 29%、65%、46%、1%、81%。见表 3。

表 3　实验犬粮维生素指标

Table 3　Vitamin index of experimental dog food

营养指标	配方值	配方值折算干物质	检测值	检测值折算干物质	损失率/%	国标
VA IU/Kg	15 004.02	15 440.05	2 858.00±619.57	2 750.72	82	10 000~20 000
VE mg/kg	185.61	191.00	141.86± 49.53	136.54	29	50~100
VB_2 mg/kg	15.89	16.35	6.03± 1.74	5.80	65	5~10
泛酸 mg/kg	33.94	34.93	37.68± 20.42	36.27	-4	27~54
烟酸 mg/kg	100.33	103.24	58.22± 5.36	56.03	46	50~100
生物素 mg/kg	0.44	0.45				0.20~0.40
叶酸 mg/kg	2.28	2.35	2.56± 2.50	2.46	-5	1~2
胆碱 mg/kg	2 806.37	2 887.92	2 964.00±191.65	2 852.74	1	2 000~4 000
B_6 mg/kg	13.92	14.32	2.79± 0.43	2.68	81	6~12
B_{12} mg/kg	0.13	0.13	0.15± 0.12	0.14	-4	0.07~0.14

2.4　实验犬粮微量元素指标

膨化对微量元素的影响不大,除铜元素膨化后较膨化前损失 31%外,其他微量元素检测值要显著高于配方值,其中铁、锰、锌、硒、碘分别高出 7%、171%、136%、62%、36%,见表 4。

表 4　实验犬粮微量元素指标

Table 4　Indicators of trace elements in experimental dogs

营养指标/(mg/kg)	配方值	配方值折算干物质	检测值	检测值折算干物质	损失率/%	国标
铁 Fe	256.23	263.68	292.33±55.16	281.36	-7	250~500
铜 Cu	25.25	25.99	18.75± 1.32	18.05	31	14~28
锰 Mn	21.07	21.69	61.03±19.08	58.74	-171	60~120
锌 Zn	79.06	81.36	199.17±25.62	191.69	-136	60~120
硒 Se	0.30	0.30	0.51± 0.17	0.49	-62	0.1~0.4
碘 I	1.95	2.01	2.83± 0.75	2.73	-36	1.70~3.40

3　讨论

3.1　膨化对实验犬粮常规营养指标的影响

本研究中发现,经过膨化工艺后,实验犬粮蛋白质含量变化不大,粗脂肪、钙、磷分别损失 6%、20%、24%,而粗纤维和粗灰分较配方值比分别增加了 45%和 33%。甘振威等[8]报道,饲料经膨化后其粗脂肪含量较膨化前降低了 6.46%,本研究结果与其一致。这可能是跟脂肪在挤压过程中发生了部分水解,产生的甘油和游离脂肪酸容易与淀粉、蛋白质形成复合物有关。大部分研究认为,饲料中钙、磷含量不会因为膨化加工而有所增减,但在该研究中,钙、磷有损失,与之前研究结果不符。这可能是由于该配方采用的数据库与原料之间存在差异导致的,粗纤维和粗灰分结果同理。

3.2　膨化对实验犬粮氨基酸营养指标的影响

一般认为,氨基酸的破坏程度与加工条件有关,在较为温和的膨化条件下(温度 125~165 ℃、水分 12%~18%)赖氨酸的损失较小,在 9%以下[13]。在加工温度不是很高时,膨化对合成的赖氨酸和蛋氨酸稳定性影响不大。但膨化温度升高(170~210 ℃)时会降低氨基酸含量和利用率,限制性氨基酸的损失加剧。Björck 等[14]报道,膨化温度上升,赖氨酸损失加剧,其次是含硫氨基酸,如蛋氨酸、胱氨酸等,其他氨基酸损失较小。本研究中,检测值较配方值比组氨酸、赖氨酸损失分别为 8%、6%。损失相对较小,与前人研究结果一致。其余氨基酸不仅没有损失,相反其含量还有所增加。原因可能是部分蛋白原料中氨基酸含量丰富,而采用的数据库中不包括该部分数据造成的。总的来说,在该研究的膨化过程中,氨基酸损失可忽略不计。

3.3　膨化对实验犬粮维生素的影响

维生素是一类具有生物活性的化合物,对其所处的物理及化学环境相当敏感,其在膨化加工过程中的保存率一直是大家关注的焦点。膨化调制过程

中的高温处理以及较长时间的挤压所产生的强大压力使饲料与模孔以及饲料与饲料之间产生剧烈的摩擦,导致温度急剧上升,从而造成维生素生物活性下降[15]。本研究中,相较其他营养素来讲,膨化对维生素的影响较大,其中维生素 E、维生素 B_2、烟酸、胆碱、维生素 B_6 损失率分别为 29%、65%、46%、1%、81%。这与王忠艳[16]之前的报道趋势相同,但结论稍有差异,他发现膨化对水溶性维生素影响较大,对脂溶性维生素影响较小,其中维生素 B_1、维生素 B_2、维生素 B_6 损失最大,达 80%以上,而脂溶性维生素的损失约为 12%~50%。不同的生产工艺及参数下,维生素的损失率也有所不同。在本研究中,没有分析维生素 A,这是由于 Midwest Laboratories 只分析了 β-胡萝卜素的数据,不能完全代表维生素 A 含量,故维生素 A 的数据暂不做参考。

3.4 膨化对实验犬粮微量元素的影响

微量元素是饲料组分中含量较少,但这是所必需的物质,一般不会因为膨化加工而有所增减。在本研究中,膨化过后,除了铜元素有 31%的损失率之外,其他微量元素指标较配方值相比,均有不同程度增加。其中锌元素和硒元素指标超出标准,但其配方值是控制在国标范围内的,这可能是因为犬粮使用的某些原料中含有大量的锌和硒元素,提示我们要监控一些原料当中的锌和硒的指标,及时调整配方。除此之外的其他微量指标都在国标范围内。从本研究结果中可知,设计配方时,微量元素指标的控制相对复杂,受原料干扰较大,因为不同种类或相同种类不同产区的原料中微量元素差异较大,此外生产、运输等环节也会造成微量元素之间的差异。在设计配方时,要考虑到这一方面因素。

综上所述,在生产膨化实验犬粮时,膨化过程中实验犬粮营养素如脂肪、氨基酸、维生素等会有部分损失,在温度为 105~115 ℃,压力为 0.6~0.8 MPa 时,粗脂肪会损失 6%,维生素 E、维生素 B_2、烟酸、胆碱、维生素 B_6 分别损失 29%、65%、46%、1%、81%。膨化参数不同,对营养素的影响不同。因此,设计实验犬粮配方时,配方师应根据自身情况将该部分损失考虑在内,增加相应营养素的添加量,以保证成品营养成分值。此外,对于粗纤维、粗灰分和矿物元素指标,建议配方师在采用原料时,应根据不同原料特性,对这些指标进行检测,以便更加精准地设计日粮配方。

参 考 文 献

[1] 吴晓松,刘广东,刘亮.大型医院实验动物中心建设与发展策略探讨[J].军医进修学院学报,2012,**33**(5):538-539.

[2] 颜淑芹,杨淑萍,李贵才,等.执行实验动物饲料质量新标准的体会[J].中国比较医学杂志,2003,**13**(5):313-314.

[3] 魏益民,蒋长兴,张波.挤压膨化工艺参数对产品质量影响综述[J].中国粮油学报,2005,**20**(2):33-36.

[4] 张采.挤压膨化原理以及膨化对饲料中各种营养成分的影响[J].当代畜牧,2008,**9**:34-36.

[5] 严宏祥.挤压膨化技术对饲料营养特性的影响[J].湖南饲料,2006,(5):34-36.

[6] 张明秀,钟芳,李玥等.挤压工艺参数对犬粮产品质量影响的研究[J].食品工业科技,2013,**34**(7):243-251.

[7] 冯 幼,许合金,张百赞,等.膨化工艺对饲料营养成分的影响[J].广东饲料,2014,**23**:34-36.

[8] 甘振威,张大维,张亚婕,等.饲料膨化加工方法对其营养成分的影响[J].中国比较医学杂志,2009,**5**(19):38-39.

[9] 柳序,田科雄,彭灿阳,等.饲料加工工艺对饲料营养成分及动物生产性能的影响[J].资源开发与利用,2016,**22**(14):52-56.

[10] 程译峰,过世东.膨化参数对饲料淀粉糊化度和蛋白质体外消化率的影响[J].渔业现代化,2009,**36**(6):54-59.

[11] 杜冰,梁淑茹,程燕峰,等.挤压膨化加工过程及其影响[J].食品与机械,2008,**24**(5):133-135.

[12] 国家质量监督检验检疫总局.实验动物配合饲料营养成分标准:GB 14924.3—8 2001[S].

[13] Cheftel J C. Nutritional effects of extrusion-cooking [J]. Food Chem,1986,**20** (4): 263-283.

[14] Björck I, Asp N G. Dahlqvist A. Protein nutritional value of extrusion-cooked wheat flours[J]. Feed Chem, 1984, **15** (3): 203- 214.

[15] Lobo P. Enzyme addition Q&A: Experts answer eleven common questions[J].Feed management,2001,**52**(2):25-27.

[16] 王忠艳.颗粒料生产过程中调质器的正确使用[J].黑龙江畜牧兽医,2004,**10**:53-54.

(下转至第 59 页)

Comparative Study of Small Animal Micro-CT, Ultrasound and Aortic Intubation in Evaluating Left Ventricular Function

LIU Chunlei, LI Chen, LI Xin, TIAN Yaping, HE Kunlun
(*Chinese People's Liberation Army General Hospital*, *Beijing* 100853, *China*)

Abstract: Objective To study the consistency and correlation of micro-CT, aortic intubation and echocardiography in measuring left ventricular function parameters, and to evaluate the value of micro-CT in evaluating left ventricular function. **Method** Cardiac function tests were performed on 10 pairs of normal and heart failure rats by micro-CT, aortic intubation, and ultrasound. Left ventricular function parameters were measured using cardiac function analysis software: end-systolic volume, end-diastolic volume, and ejection fraction. The micro-CT result were compared with the result of aortic intubation and echocardiography. **Result** All the rats were examined by micro CT, aortic catheterization and echocardiography. There was a good correlation between the parameters of left ventricular function measured by micro CT, aortic catheterization and echocardiography. **Conclusion** micro-CT can be used to evaluate left ventricular function and is a feasible solution for accurate measurement of ventricular function.

Key words: micro-CT; Echocardiography; Aortic intubation; Ejection fraction

(上接第 54 页)

Effect of Puffing on Nutritional Components of Experimental Dogs

LI Huixian, CHANG Yinlian, ZHUO Zhiyong, ZHANG Haifeng, SHI Liang
(*Beijing Keao Xeli Feed Co., Ltd.*, *Beijing* 100107, *China*)

Abstract: Objective Dogs are one of the earliest domesticated animals of human beings. In the 1940a, dogs began to be used as experimental animals for research. They are mainly used in experimental surgery, basic medicine, pharmacology, toxicology and some diseases in biomedicine, which is of great significance to the development of biomedicine. Providing standardized formula feed for experimental dogs is an important step to improve the scientific nature of experiments. At present, puffing technology is used in the production of experimental dog food. This paper mainly studied the changes of protein, fat, amino acid, vitamin and trace elements in dog food before and after puffing. **Method** According to the Chinese Feed Composition and Nutrition Value Table (28th edition), the nutrient distribution formulas of experimental dog food were calculated, and then the finished experimental dog food was sent to the laboratory to test the actual value, and the two were compared. **Result** After puffing, fat loss was 6%, histidine, lysine, methionine loss was 8%, 6%, 2%, vitamin E, vitamin B2, nicotinic acid, choline, vitamin B6 loss rate was 29%, 65%, 46%, 1%, 81%, respectively. **Conclusion** Under the expansion parameters set in this study, the nutrient losses in the experimental dogs food are as shown in the result . The effect of extrusion parameters on nutrients is different. Therefore, it is suggested that peers can adjust dietary formulation appropriately according to actual production situation.

Key words: laboratory animals; dogs; dog food; puffing technology