

SPF 金黄仓鼠乳主要营养成分 及氨基酸组成分析

范方玲, 夏 爽, 甘 露, 夏 放

(成都生物制品研究有限责任公司, 成都 610023)

[摘要] 目的 了解 SPF 金黄仓鼠乳的组成成分, 并与其他啮齿类动物(小鼠、大鼠、豚鼠)乳、兔乳、牛乳以及婴儿配方乳进行比较分析。方法 按照国家标准, 采用凯氏定氮法、电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)等测定金黄仓鼠乳中基本营养成分; 使用氨基酸自动分析仪测定氨基酸含量。结果 金黄仓鼠乳 100 g 主要营养成分含量如下: 水分 86.4 g、蛋白质 6.94 g、脂肪 2.70 g、乳糖 2.21g; 矿物质元素钙 120.00 mg、镁 20.10 mg、磷 82.05 mg、锌 1.470 mg 等; 16 种氨基酸, 水解氨基酸总含量为 61 mg/g, 必需氨基酸含量 24.4 mg/g, 占氨基酸总量的 40%。结论 金黄仓鼠乳汁具有高蛋白、低脂肪、低乳糖的特点, 为无菌金黄仓鼠配方乳的配制提供了科学依据。

[关键词] SPF 级; 金黄仓鼠; 营养成分; 氨基酸

[中图分类号] Q95-33 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2020)02-0144-05

金黄仓鼠(*Mesocricetus auratus*; Golden hamster)又称叙利亚仓鼠, 属哺乳纲啮齿目仓鼠科仓鼠亚科动物, 来源于 1930 年从叙利亚 Aleppo 地区捕获的 3 只野生仓鼠。世界上育成的金黄仓鼠近交系 38 个, 部分近交系 8 个, 突变系 17 个, 封闭群 38 个, 目前使用的金黄仓鼠大部分属于封闭群^[1]。金黄仓鼠作为实验动物的时间短于大鼠和小鼠, 但现已广泛应用于生理学、肿瘤学、遗传学、传染病学、药理学、毒理学和营养学等诸多生物医学领域^[2]。本公司于 2003 年率先在国内建立疫苗生产用 SPF 金黄仓鼠种群, 种群质量长期保持稳定^[3-4], 并用微卫星标记对 SPF 金黄仓鼠进行遗传检测^[5]。谢夏阳等^[2]对于 SPF 金黄仓鼠的主要生物学特性进行了详细的研究报道。但目前国内外尚无关于无菌仓鼠种群的相关研究报

道, 本文通过采集 SPF 金黄仓鼠乳, 对其主要营养成分和氨基酸进行检测, 并与文献报道的小鼠乳^[6-8]、大鼠乳^[7,9,10]、豚鼠乳^[6-7]、兔乳^[11-13]、牛乳^[14-15]及婴儿配方乳^[16]的主要成分进行比较, 以便为创建无菌金黄仓鼠配方乳提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

SPF 级金黄仓鼠乳: 采自成都生物制品研究有限责任公司饲养的 SPF 金黄仓鼠种群[SCXK(川)2016-126]。动物饲养在万级屏障设施中, 环境温度控制在 20~26 °C, 相对湿度 40%~70%, 每日光照 12 h, 定期更换笼具和清洁消毒, 饲养间内保持清洁、安静、通风良好。金黄仓鼠妊娠哺乳期间自由采食全价颗粒饲料, 饲料主要营养成分符合国家实验动物配合饲料标准 GB14924.1-2001 和 GB14924.3-2010。

1.2 方法

1.2.1 乳汁的采集 共选取了 160 只分娩后 1~10 d

[收稿日期] 2019-08-19

[作者简介] 范方玲(1985-), 女, 硕士研究生, 主要从事实验动物质量管理和动物实验。

E-mail: fflyjy@126.com

的哺乳期雌鼠(70~90日龄, 体质量170~200 g)。每批选取10只, 先将幼崽与母鼠分笼饲养4 h以上, 同时保持母鼠水料充足。4 h后给母鼠腹腔注射3%戊巴比妥钠0.6 mL/只, 再注射兽用缩宫素(宁波市三生药业有限公司, 2 mL: 10单位/支)0.3 mL/只。待母鼠处于完全麻醉放松状态后, 暴露乳头, 用温水清洁乳头皮肤并轻柔按摩, 用自制电动吸奶装置收集乳汁, 隔日1次, 连续3~5次, 每只金黄仓鼠采取乳汁总量约6~10 mL, 每次采集完毕立即冻存于-26℃备用。

1.2.2 基本营养成分和矿物质元素的测定 将所冻存的金黄仓鼠乳汁(混合样品)低温运送至广州金域医学检验中心有限公司[该公司是拥有美国病理学会(College of American Pathologists, CAP)和ISO15189双认可的第三方医学实验室], 由该公司按照国家标准进行基本营养成分和矿物质元素的检测。粗蛋白含量测定参照GB/T6432-1994, 采用自动凯氏定氮仪法; 粗脂肪测定参照GB/T 6433-2006, 采用石油醚提取法; 乳糖测定参照GB/T 6433-2006, 采用茱茵-埃农氏法; 灰分测定参照GB 5009.4-2016, 采用灼烧法; 水分测定参照GB 5009.3-2016, 采用直接干燥法; 钾、锌、钙、铁、钠、铜、镁、硒测定参照GB 5009.268-2016, 采用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS); 磷测定参照GB/T 5009.87-2016, 采用钼蓝分光光度法。

1.2.3 氨基酸测定 将冻存的金黄仓鼠乳汁(混合样品)低温运送至中国广州分析测试中心, 由该中心按照国家标准GB5009.124-2016, 使用氨基酸检测仪检测。

1.3 其他动物乳及婴儿配方乳主要营养成分

通过文献检索获取其他动物乳及婴儿配方乳

主要营养成分资料。婴儿配方奶粉的主要营养成分和矿物质元素参照雅士利奶粉a金装1段。

1.4 数据处理

所有数据均采用国际标准单位换算, 金黄仓鼠乳汁检测值以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用SPSS 17.0统计学软件进行统计。

2 结果

2.1 基本营养成分

金黄仓鼠乳汁中主要成分有蛋白质、脂肪、水、乳糖和矿物质(无机盐类), 与其他哺乳动物乳汁的营养成分相似, 各成分含量见表1。金黄仓鼠乳汁与小鼠、豚鼠、大鼠这几种小型啮齿类动物乳汁相比(表1), 其蛋白质和脂肪含量均较低, 水分含量较高。金黄仓鼠乳汁与兔乳、牛乳、婴儿配方奶粉相比(表1), 其蛋白质含量远低于兔乳和婴儿配方奶粉, 是兔乳的51%, 婴儿配方奶粉的57%, 但高于牛乳, 是牛乳的2倍; 脂肪含量也远低于兔乳和婴儿配方奶粉, 略低于牛乳; 乳糖含量也低于牛乳和婴儿配方奶粉, 但高于兔乳。与牛乳相比, 金黄仓鼠乳具有高蛋白、低脂肪、低乳糖的特点。

2.2 矿物质元素

金黄仓鼠乳汁的矿物质成分主要由钙、磷、钾、钠、镁、锌、铜等组成(表2)。从表2可见, 金黄仓鼠乳中的钙和磷含量与大多数啮齿动物和其他哺乳动物乳中钙磷含量相当。此外, 金黄仓鼠乳中的钙磷比(Ca:P)为1.46, 接近其他几种啮齿动物乳(1.2~1.85), 属于适合产后生长的钙磷比范围(1.5~2.0)。金黄仓鼠乳中矿物质成分的含量均低于婴儿配方奶粉; 但钾含量比兔乳高, 钙磷钠镁的含量和兔乳相差不大; 除锌、铜

表1 金黄仓鼠乳汁与其他动物乳汁主要营养成分比较

Table 1 Comparison of the major nutrients of golden hamster's milk with other animal milk							(g/kg)
项目	金黄仓鼠	小鼠 ^[6]	大鼠 ^[9]	豚鼠 ^[6]	兔 ^[11]	牛 ^[14]	婴儿配方奶粉
蛋白质	69.4 ± 0.1	103.0	81.0	66.0	136.0	32.4	121.4
脂肪	27.0 ± 4.2	112.0	88.0	89.0	140.0	36.0	269.9
灰分	9.1 ± 1.1	12.0	—	9.0	21.0	—	—
总糖	—	55.0	38.0	19.0	—	—	—
乳糖	22.1 ± 5.7	—	—	—	19.0	46.5	482.0
水分	864.0 ± 7.1	705.0	—	817.0	—	877.8	—

注: 婴幼儿配方奶粉的基本成分参照雅士利奶粉a金装1段, 下同

表 2 金黄仓鼠乳汁与其他动物乳汁矿物质含量比较

Table 2 Comparison of the mineral composition of golden hamster's milk with other animal milk

项 目	金黄仓鼠	小鼠 ^[7]	大鼠 ^[7]	豚鼠 ^[7]	兔 ^[12]	牛 ^[14]	婴儿配方奶粉
钙/g · kg ⁻¹	1.20 ± 0.06	3.60	1.80	2.30	4.82	1.19	3.94
磷/g · kg ⁻¹	0.82 ± 0.06	2.20	未检出	1.20	2.61	0.93	2.76
钾/g · kg ⁻¹	2.17 ± 0.08	1.10	1.10	0.89	1.68	1.52	5.33
钠/g · kg ⁻¹	0.65 ± 0.08	0.84	0.46	0.47	1.16	0.49	1.60
镁/g · kg ⁻¹	0.20 ± 0.01	0.24	0.18	0.27	0.36	0.13	0.38
铁/mg · kg ⁻¹	未检出	—	—	—	—	0.50	54.60
铜/mg · kg ⁻¹	1.95 ± 0.06	—	—	—	—	0.20	3.50
硒/μg · kg ⁻¹	未检出	—	—	—	—	9.60	166.50
锌/mg · kg ⁻¹	14.70 ± 1.84	—	—	—	—	3.80	46.30

外, 其他元素含量和牛奶较为接近。

2.3 氨基酸组成

金黄仓鼠乳汁中有天冬氨酸、苏氨酸、丝氨酸等 16 种氨基酸(表 3)。其中每千克乳汁中水解氨基酸总含量为 61 g, 必需氨基酸(EAA)含量 24.4 g。EAA 与总氨基酸(TAA)含量比值为 0.4, EAA 与非必需氨基酸(NEAA)比值为 0.667, 与 FAO/WHO 提出的 EAA/TAA 为 0.400, EAA/NEAA 为 0.600^[17] 相接近。以上结果说明, 金黄仓鼠乳是一种优质蛋白质。金黄仓鼠乳中谷氨酸含量最高, 达 14.5 mg/g, 占氨基酸总量的 23.77%; 其次为亮氨酸, 含量为 6.3 mg/g, 占氨基酸总

量的 10.32%。金黄仓鼠乳的 16 种氨基酸总量是牛乳的 2 倍, 是婴儿配方乳的 31%, 是小鼠乳的 51%, 也低于大鼠乳和兔乳。各氨基酸含量均比牛乳高, 但均低于婴儿配方乳, 与小鼠乳、大鼠乳、兔乳相比存在较大差异。

3 讨论

无菌动物(germfree), 是指不能检出任何活的微生物和寄生虫的动物。由于无菌动物体内外不携带任何生物体, 由此可排除生物对于实验结果的干扰, 从而明显提高实验的敏感性、重复

表 3 金黄仓鼠乳汁与其他动物乳汁氨基酸组成比较

Table 3 Comparison of amino acid composition of golden hamster's milk with other animal milk

(g/kg)

项 目	金黄仓鼠	小鼠 ^[8]	大鼠 ^[10]	兔 ^[13]	牛 ^[15]	婴儿配方乳 ^[16]
天冬氨酸	4.60	9.70	5.78	5.40	2.50	15.63
苏氨酸	2.80	5.70	4.49	4.92	1.40	9.46
丝氨酸	4.90	9.50	—	6.40	1.80	11.17
谷氨酸	14.50	23.80	20.20	18.65	7.10	41.23
甘氨酸	2.00	1.70	1.65	2.80	0.60	4.11
丙氨酸	3.40	5.60	—	5.04	1.10	7.07
缬氨酸	3.30	7.10	5.02	6.95	2.00	11.69
蛋氨酸	1.20	4.10	1.87	2.40	0.80	4.32
异亮氨酸	2.90	5.50	4.67	4.71	1.70	9.27
亮氨酸	6.30	11.40	5.54	11.73	3.20	18.87
酪氨酸	1.60	4.60	3.85	4.64	1.40	7.79
苯丙氨酸	2.50	5.70	3.75	5.39	1.60	8.58
组氨酸	1.80	3.30	2.50	5.54	0.90	4.86
赖氨酸	3.60	7.60	5.28	11.11	2.70	14.42
精氨酸	1.10	3.80	3.42	8.38	1.10	6.31
脯氨酸	4.20	10.30	7.84	—	3.10	19.08
总氨基酸	60.70	119.40	75.86	104.06	33.00	193.86

性,并有利于探究生命活动基本规律,目前已在生物、医学等方面有广泛的应用^[18]。无菌动物主要通过无菌剖宫产手术或无菌胚胎移植进行无菌化而获得,并且利用无菌饲养方法维持于无菌隔离器中^[19]。目前国内无菌金黄仓鼠正处于研发阶段,所以通过无菌剖宫产手术方法获得无菌金黄仓鼠前,必须对无菌金黄仓鼠营养需求进行研究,筛选出满足无菌金黄仓鼠营养需求的人工配方乳,才能提高无菌金黄仓鼠乳鼠的成活率,这也是能否成功培育无菌金黄仓鼠的关键所在。文献报道^[20-21],根据大鼠乳的营养成分,配制的大鼠人工配方乳能够成功饲养大鼠乳鼠,其营养成分完全符合大鼠乳鼠的营养需求,人工配方乳是能够替代鼠乳饲喂乳鼠的。因而,通过了解金黄仓鼠乳汁营养成分对配制无菌金黄仓鼠人工配方乳至关重要。金黄仓鼠乳汁中蛋白质、脂肪、乳糖等基本营养成分、矿物质元素以及16种氨基酸的含量与牛乳、婴儿配方乳、兔乳、小鼠乳、大鼠乳、豚鼠乳的含量都存在着较大差异,因而不能使用一种乳作为代乳品,但可以参照其营养成分加以调配。

参考文献:

- [1] 贺争鸣,李根平,朱德生,等.实验动物管理与使用指南[M].北京:科学出版社,2016:151.
- [2] 谢夏阳,符杰,龚玉花,等.SPF级金黄地鼠的主要生物学特性[J].中国实验动物学报,2007,15(2):133-138.
- [3] 夏放,张华琼,黄麟,等.SPF金黄仓鼠种群的建立及规模化生产[J].中国比较医学杂志,2005,25(3):165-167.
- [4] 夏放.SPF金黄地鼠种群标准化管理与质量控制[J].实验动物科学,2016,33(3):66-68.
- [5] 商海涛,夏放,魏泓.金黄地鼠封闭群SPF化后的微卫星遗传学检测[J].中国实验动物学报,2007,15(6):419-424.
- [6] 涂新明,寿克让,高虹,等.无菌小鼠的人工哺乳培育[J].中国实验动物学报,1999,7(1):55-60.
- [7] Hood WR, Kessler DS, Oftedal OT. Milk composition and lactation strategy of a eusocial mammal, the naked mole-rat [J]. J Zool, 2014, 293:108-118.
- [8] Meier H, Hoag WG, McBurney JJ. Chemical characterization of inbred-strain mouse milk[J]. J Nutrition, 1965, 85: 305-308.
- [9] Oftedal OT, Iverson SJ. Comparative analysis of nonhuman milks, A. Phylogenetic variation in the gross composition of milks[M]//Jensen RG. Handbook of milk composition. San Diego: Academic Press, 1995:749-789.
- [10] Luckey TD, Mende TJ, Pleasants J. The physical and chemical characterization of rat's milk[J]. J Nutrition, 1954, 54 (3):345-359.
- [11] El-Sayiad GHA, Habeeb AAM, El Maghawry AM. A note on the effects of breed, stage of lactation and pregnancy status on milk composition of rabbits[J]. Anim Prod, 1994, 58:153-157.
- [12] Maertens L, Lebas F, Szendrő ZS. Rabbit milk: A review of quantity, quality and non-dietary affecting factors[J]. World Rabbit Sci, 2006, 14: 205-230.
- [13] Kustos K, Papp Z, Szendrő ZS, et al. Effect of environmental temperature and restricted feeding on composition of rabbit milk[J]. Cahiers Options Méditerranéennes, 1999, 41:19-24.
- [14] Park YW, Haenlein GFW. Handbook of milk of non-bovine mammals[M]. Ames, Iowa and Oxford: Blackwell Publishers, 2006:24-46.
- [15] 丁蕊艳,郭长英,范丽霞,等.牛乳及三种特色生鲜乳的蛋白质营养价值评价[J].山东农业科学,2018,50(2):124-127.
- [16] 李菁,舒森,陈文彬.用氨基酸自动分析仪测定婴幼儿配方奶粉中的16种氨基酸[J].食品工业科技,2012,33 (4):64-69.
- [17] Pellet PL. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Japan: The United National University, 1980:5.
- [18] 邵金良,黎其万,刘宏程,等.山羊肉中氨基酸含量测定及营养分析[J].肉类研究,2008,22(8):60-62.
- [19] 陈力,詹成,王琳,等.无菌动物的生物学特性及其在人类疾病研究中的应用[J].复旦学报:医学版,2015,42 (3):409-412.
- [20] Inzunza J, Midtvedt T, Fartoo M, et al. Germfree status of mice obtained by embryo transfer in an isolator environment[J]. Lab Anim, 2005, 39(4):421-427.
- [21] Schultze MO. Nutrition of rats with compounds of known chemical structure[J]. J Nutr, 1957, 61(4):585-596.

Analysis of Nutritional Components and Amino Acid Composition of SPF Golden Hamster Milk

FAN Fangling, XIA Shuang, GAN Lu, XIA Fang

(Chengdu Institute of Biological Products Co.LTD, Chengdu 610023, China)

[Abstract] **Objective** To determine the main nutritional components of SPF golden hamster milk and compare with other rodents milk (mice, rats, guinea pigs), rabbit milk, cow milk and infant formula milk. **Methods** According to the national standard, the essential nutrients of golden hamster milk were detected by Kjeldahl and ICP-MS. The content of amino acids was detected by an automatic amino acid analyzer. **Results** The main nutrient contents of 100 g golden hamster milk were as follows: water 86.4 g, protein 6.94 g, fat 2.70 g, lactose 2.21 g, mineral elements calcium 120.00 mg, magnesium 20.10 mg, phosphorus 82.05 mg, zinc 1.470 mg, etc. The total content of hydrolyzed amino acids was 61mg/g, and the content of essential amino acids was 24.4 mg/g, accounting for 0.4 of the total amount of amino acids. **Conclusion** The milk of golden hamster is characterized by high protein, low fat and low lactose, which provides a scientific basis for the formulation of sterile golden hamster formula milk.

[Key words] SPF; Golden hamster; Nutritional components; Amino acid