

羊乳作为婴幼儿配方乳粉乳源的研究进展

马玉琴¹, 宋 礼², 崔广智¹, 苏德亮¹, 李亚萍¹, 张兰威^{3,*}

(1.甘肃华羚生物技术研发中心, 甘肃 兰州 730000; 2.国家乳品加工技术研发中心, 甘肃 兰州 730000;

3. 中国海洋大学食品科学与工程学院, 山东 青岛 266100)

摘 要: 羊乳富含各类营养成分, 具有显著的营养及功能特性。由于其营养成分非常接近母乳, 因此以羊乳作为婴幼儿配方乳粉的新兴乳源成为消费者的又一选择, 羊乳产品的安全性和营养价值在国内外受到广泛关注。本文对羊乳的营养成分、安全性及功能特性进行论述, 表明羊乳作为婴幼儿配方乳粉的乳源具有很大的优势。羊乳富含多种营养成分, 包括蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素及矿物质等; 羊乳中含有的活性物质超氧化物歧化酶和上皮细胞生长因子能够抵御病毒的侵害, 也不易感染结核, 具有很强的安全性; 以羊乳为乳源的婴幼儿配方乳粉具有降低过敏性、提高消化率、提高脂肪吸收率以及降低胆固醇的功能特性。

关键词: 羊乳; 婴幼儿配方乳粉; 营养成分; 安全性; 功能特性

Recent Advances in Goat Milk as a Milk Source for Infant Formula

MA Yuqin¹, SONG Li², CUI Guangzhi¹, SU Deliang¹, LI Yaping¹, ZHANG Lanwei^{3,*}

(1.Gansu Hualing Biotechnology Research Center, Lanzhou 730000, China;

2.National Dairy Processing Technology Research and Development Center, Lanzhou 730000, China;

3.College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: Goat milk is rich in a wide variety of nutrients and has prominent nutritional and functional properties. Because of its nutritional similarity to breast milk, goat milk is an emerging alternative milk source for infant formula to bovine milk. Nowadays, there is a worldwide interest in the safety and nutritional value of goat milk products. This article presents a discussion of the nutritional composition, safety and functional characteristics of goat milk, indicating that goat milk has great advantages for use as a milk source for infant formula. Goat milk is rich in a variety of nutrients including protein, fat, carbohydrates, vitamins and minerals and contains active substances such as superoxide dismutase and epithelial cell growth factors, protecting against viruses and tuberculosis infection with good safety. Infant formula made from goat milk has a reduced allergenicity and increased digestibility, and can enhance fat absorption rate and lower cholesterol levels.

Keywords: goat milk; infant formula; nutrient composition; safety; functional characteristics

DOI:10.15922/j.cnki.jdst.2019.02.010

中图分类号: TS252.1

文献标志码: A

文章编号: 1671-5187 (2019) 02-0050-05

引文格式:

马玉琴, 宋礼, 崔广智, 等. 羊乳作为婴幼儿配方乳粉乳源的研究进展[J]. 乳业科学与技术, 2019, 42(2): 50-54.

DOI:10.15922/j.cnki.jdst.2019.02.010. <http://rykj.cbpt.cnki.net>

MA Yuqin, SONG Li, CUI Guangzhi, et al. Recent advances in goat milk as a milk source for infant formula[J]. Journal of Dairy Science and Technology, 2019, 42(2): 50-54. DOI:10.15922/j.cnki.jdst.2019.02.010. <http://rykj.cbpt.cnki.net>

羊乳是一种独特的乳资源, 被誉为“乳中之王”, 不仅营养丰富、易于消化吸收、具有治疗疾病的功能, 而且羊乳的理化性质有益于其营养价值的发挥^[1-2]。在药典《本草纲目》中记载“羊乳甘温无毒, 可益五脏、补

肾虚、养心肺、利大肠、医小儿惊厥”^[3]。号称“医药之父”的希腊医生希波克拉底指出, 婴幼儿和病人长期饮用羊乳有利于胃肠道的消化吸收^[4]。

我国婴幼儿配方乳粉的开发、研究及生产起步较

收稿日期: 2018-12-27

第一作者简介: 马玉琴 (1994—) (ORCID: 0000-0002-1552-8639), 女, 学士, 研究方向为乳品技术与开发。

E-mail: 2483975182@qq.com

*通信作者简介: 张兰威 (1961—) (ORCID: 0000-0003-3459-2975), 男, 教授, 博士, 研究方向为乳制品及益生菌功能。

E-mail: zhanglw@hit.edu.cn

晚,主要以牛乳为原料,以其他乳类为乳源制备的婴幼儿配方乳粉比较少^[5]。由于牛乳营养价值丰富、来源广泛,因此一直被认为是婴幼儿配方乳粉的最佳乳源。但近年来,以牛乳为主要原料生产的婴幼儿配方乳粉引起的过敏性案例不断增加,同时人们越来越注重对营养、健康、安全等概念的认知,具有低致敏性且营养价值丰富的羊乳和以羊乳为主要原料制备的婴幼儿配方乳粉受到人们的广泛关注^[6]。

近年来,随着我国GDP的增长和人民生活水平的不断提升,更加倾向于营养、健康、安全的乳制品,羊乳成为消费者的另一种选择。羊乳与母乳成分最为相似,羊乳脂肪中饱和脂肪酸含量高,蛋白质中不含过敏源,在胃中能形成较细软的凝块,有利于人体消化吸收,这与曹斌云等^[4]的观点一致。白银航等^[7]提出,羊乳含有200多种人体所需的营养物质和生物活性物质。目前羊乳行业还没有龙头企业出现,主要依靠进口羊乳粉^[8],因此很有必要研究羊乳的营养成分、安全性及功能特性^[9],为我国以羊乳为原料开发相关产品以及羊乳产业的开发和发展提供科学的理论依据。

1 羊乳的营养成分

表1 母乳、牛乳和羊乳基本营养成分比较^[10]
Table 1 Comparison of major nutrients of breast milk, bovine milk and goat milk^[10]

乳种类	蛋白质含量	脂肪含量	乳糖含量	矿物质含量
母乳	2.01	3.74	6.37	0.30
牛乳	3.39	3.68	4.49	0.72
羊乳	3.53	4.21	4.36	0.84

羊乳是由蛋白质、脂肪、乳糖、矿物质及维生素等营养成分组成的复合胶体溶液^[11]。由表1可知,羊乳的蛋白质含量为3.53%、脂肪4.21%、乳糖4.36%、矿物质0.84%,与牛乳和母乳相比,羊乳蛋白质、脂肪及矿物质含量较高。

1.1 蛋白质

婴幼儿需要优质的蛋白质来维持自身正常的生长发育。世界上公认最接近母乳的乳品是羊乳,被称为“奶中圣品”,也是现代人类追求营养、健康、安全的乳制品^[12]。由表1可知,羊乳中蛋白质品质极佳,含量为3.53%,高于牛乳(3.39%)和母乳(2.01%)。张歌^[13]以羊乳和牛乳为原料,通过凯氏定氮法、双缩脲比色法、考马斯亮蓝法和紫外吸收法对羊乳和牛乳中的蛋白质含量进行定量检测,证实羊乳中蛋白质含量高于牛乳。羊乳中的蛋白质主要由酪蛋白(casein, CN)和乳清蛋白(whey protein, WP)组成,羊乳、牛乳和母乳中CN与

WP的含量比值分别为75:25、85:15、60:40^[14]。由此可知,羊乳中的CN含量低于牛乳,WP含量较高,而与母乳接近,造成这种比例差异的原因是CN在胃酸的作用下形成较大的凝固物,从而影响蛋白质的消化率^[15]。张宇琪等^[16]研究发现,羊乳WP水解物可作为食源性材料来治疗患有高血压的Ⅱ型糖尿病患者。曹斌云等^[4]研究发现,羊乳蛋白质的消化率可达到98%左右。因此羊乳比牛乳更容易被消化吸收,更有利于婴幼儿的肠道消化吸收,更适合作为婴幼儿配方乳粉的乳源^[17]。

另外,对牛乳有过敏反应的患者来说,由于羊乳中缺乏牛乳中的 α_{s2} -CN,不会引起胃部不适、腹泻等乳制品过敏症状的发生^[13]。因此,婴幼儿可通过饮用羊乳配方乳粉来减少其对牛乳配方乳粉过敏案件的发生,以羊乳为乳源制备的婴幼儿配方乳粉无疑是一种较好的选择^[6]。

1.2 脂肪

脂肪是婴幼儿获取能量和必需脂肪酸的重要来源。羊乳脂肪主要由短链脂肪酸(己酸、辛酸、癸酸等)组成,另外含有少量的胆固醇、磷脂、脂溶性维生素、单酸甘油酯和游离脂肪酸等^[12]。由表1可知,羊乳中脂肪含量为4.21%,与牛乳和母乳相比,羊乳含有丰富的脂肪,可以提供较高的热能^[18]。张宇等^[19]采用气相色谱-质谱联用(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)法测定羊乳、牛乳和母乳的脂肪酸组成,并对其组成和含量进行差异分析,结果表明,羊乳饱和脂肪酸中辛酸和癸酸含量显著高于牛乳和母乳($P<0.05$),且脂肪酸组成比例更加接近母乳。羊乳的脂肪球平均直径为3.55 μm ,显著小于牛乳中脂肪球的平均直径(4.55 μm)^[20]。较小的脂肪球意味着能在胃内更好地分散,拥有更大的比表面积,能够增大脂肪和脂肪酶的接触面积,促进脂肪的消化,因此羊乳被称为“纯天然均质乳”^[10]。李磊等^[21]采用气相色谱法对驼乳、牛乳和羊乳中脂肪酸的种类及含量进行比较,结果表明,3种乳中脂肪酸的种类和含量存在显著差异,其中羊乳含有37种脂肪酸,单不饱和脂肪酸和油酸的含量最高。人们通过饮用羊乳来满足自身对必需脂肪酸的需求,从营养学的角度分析,必需脂肪酸是一种具有生理功能特性的脂质成分,不仅是人体组织和器官的重要组成部分,而且还是体内的多功能代谢产物^[22]。羊乳中的亚油酸、花生四烯酸及二十二碳六烯酸是婴幼儿智力、视力等发育相关的必需脂肪酸,在婴幼儿所摄取的总能量中应包含这类脂肪酸的供给^[23]。

1.3 乳糖

乳糖是羊乳中主要的碳水化合物,占总碳水化合物的44%左右^[24]。由表1可知,羊乳、牛乳和母乳中的乳糖含量分别为4.36%、4.49%和6.37%,羊乳中的乳糖含量略低于牛乳,而与母乳相比有明显差异。羊乳中含有丰富

的三磷酸腺苷(adenosine triphosphate, ATP),可促进羊乳中乳糖的分解、转化及利用,使人们在饮用羊乳后不会产生腹胀、腹泻等症状^[20]。羊乳和母乳一样均富含优质蛋白,均不含有可致过敏的蛋白,羊乳中的乳糖在肠道微生物作用下产生乳酸,能够调节胃酸pH值,促进肠道蠕动和消化腺的分泌,乳糖经过肠胃消化吸收后被分解为单糖(半乳糖),半乳糖具有促进脑苷和黏多糖生成的功能,对婴幼儿的智力发育有重大影响,羊乳中的乳糖被人体吸收后,不会使婴幼儿产生乳糖不耐症^[6]。羊乳中的低聚寡糖含量与牛乳相比较,且种类和结构更接近母乳寡糖,羊乳中的低聚糖对婴幼儿的生长发育具有重要作用,如促进肠道益生菌的生长,抑制病原菌的感染及调节免疫系统等^[25]。羊乳作为乳基的婴儿配方乳粉与牛乳相比具有更特殊的营养特性和潜在的健康益处^[26]。Barre Rodr Guez等^[27]以羊乳为原料通过酶法分离出25种低聚糖,实验结果表明,这类低聚糖可作为可溶性膳食纤维促进婴幼儿肠道内双歧杆菌的生长、防止肠道内壁细胞遭受致病菌的感染。

1.4 矿物质

矿物质是构成人体组织和维持正常生理功能所必需的各种元素的总称,是人体必需的七大营养素之一。同牛乳一样,羊乳中的矿物质含量丰富、易消化吸收、呈溶解状态,钙、磷比例适宜^[11]。相反,母乳中的矿物质要比羊乳和牛乳中低。羊乳中钙含量丰富,且主要以酪蛋白的形式存在,在脂肪酸分解酶的作用下可促进人体对钙的吸收,因此羊乳是婴幼儿的最佳食补钙源^[23]。羊乳中的微量元素铜、锌、硒含量与母乳接近,可满足婴幼儿的需求,但铁、锰、碘元素含量偏低^[24]。大多数乳,包括羊乳、牛乳和母乳均缺乏铁元素,其中羊乳的铁含量仅为0.07 mg/100 g,因此在喂养婴幼儿时应适当补充铁元素,以防止婴幼儿发生缺铁性贫血^[4]。

1.5 维生素

维生素是人类维持生命的必需成分,也是生命活动调节代谢中必不可少的物质。羊乳中的维生素是人类所需维生素的来源之一,其中VA、VB₁、VB₂、VD、泛酸、尼克酸、生物素及胆碱等10种主要维生素的含量均比牛乳和母乳中高^[28]。山羊的消化系统可以将β-胡萝卜素转化为VA,因此羊乳色泽比牛乳更白^[6]。

2 羊乳的安全性

2.1 不易感染结核、饮用安全

奶牛是一种易感染结核病的家畜,可传染给人,然而山羊不易染上此类疾病。赵雪莉等^[29]通过研究产前驱虫对母羊乳量和乳品质的影响,发现产前驱虫能显著提高羊乳乳脂($P=0.008$)及乳蛋白含量($P<0.001$),显

著降低羊乳体细胞数($P<0.001$),因此在防疫卫生条件较差的地区饮用羊乳比牛乳更健康、安全。另外,山羊尾巴短小,粪便呈固体颗粒状,而牛尾巴较细长,粪便稀薄,易感染乳房、腹部和臀部,因此羊乳比牛乳更健康,更安全^[17]。

2.2 活性物质

羊乳中的超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)含量丰富,是一种源于生命体的活性物质,可以消除生物体在新陈代谢过程中产生的有害物质,也能够抵抗和阻碍氧自由基对细胞造成的损害,并及时修复受损害的细胞^[30]。因此,羊乳作为婴幼儿配方乳粉乳源具有提高人体免疫力、抗氧化、抗衰老、抗肿瘤、抗辐射、改善亚健康、调节血脂及美容养颜等功效^[10]。

羊乳中含有丰富的上皮细胞生长因子(epidermal growth factor, EGF),而牛乳中不含。EGF是广效生长因子,也是体内的一种活性物质,由53个氨基酸残基组成,能够促进细胞的增殖分化,从而以新生的细胞代替衰老和死亡的细胞^[23]。临床试验证明,EGF可调节内分泌紊乱现象,调节肤色,提高人体免疫力,促进婴幼儿脑和神经系统的发育,提高婴幼儿抵抗感冒等病毒侵害的能力^[31]。

3 羊乳的功能特性

3.1 降低过敏性

牛乳过敏是机体对牛乳中蛋白质的高敏感性引起的,也是婴幼儿最常见的食品过敏症状之一。牛乳蛋白中最主要的过敏原是CN和β-乳球蛋白,其中α_{s1}-CN是主要过敏原,β-乳球蛋白次之。在正常状况下,α_{s1}-CN和β-乳球蛋白都能被人体消化吸收,但如果人体欠缺消化能力,这2种蛋白会以未被消化的形式进入人体,引起过敏症状的发生^[32]。婴儿最敏感的时期是0~6个月,24个月之后,随着其消化能力与免疫功能的不断增强,大部分婴幼儿将不再对牛乳产生过敏反应。Park^[33]通过实验证明,羊乳具有低致敏性,认为100%对牛乳蛋白过敏的患者均可以耐受羊乳。Biggart^[34]通过临床医学诊断和治疗发现,99%的患儿对牛乳过敏但能耐受羊乳。陈怀玉等^[35]以78例对牛乳蛋白过敏的婴幼儿为研究对象,用以羊乳为原料的配方乳粉替代以牛乳为原料的配方乳粉对过敏患儿进行30~180 d的膳食治疗,治疗后发现患儿过敏症状得到改善,并认为以羊乳为原料制备的婴幼儿配方乳粉替代以牛乳为原料的配方乳粉对预防婴幼儿牛乳过敏症状具有较好的可行性。因此,有学者提出羊乳可能是牛乳过敏患者的乳类食品来源之一^[31]。然而,对于羊乳在预防婴幼儿牛乳过敏中的应用及降低致敏性仍然存在很大的争议。Restani^[36]研究表明,羊乳的致敏性低于牛

乳。Muraro等^[37]认为,羊乳和牛乳具有相同的致敏性。目前,国内外对羊乳能预防婴幼儿牛乳过敏的报道存在差异,有必要进行科学的分析,并得到最终的论证。

3.2 提高消化率

婴幼儿在生长发育时期,其消化系统正处于发育完善阶段,消化和吸收能力弱,因此对于母乳不足或不能够用母乳喂养的婴幼儿来说,配方乳粉的易消化、吸收性显得极为重要^[38]。大多数研究报道已证实,羊乳在婴幼儿体内的消化时间仅为22 h、消化率可达95%、吸收率在90%以上,而牛乳为32 h,母乳为36 h,二者的消化、吸收率均低于羊乳^[39]。羊乳中的酪蛋白以 β -CN为主, α_{s1} -CN含量较低,在胃中凝块易软化,比牛乳更容易消化^[40-41]。Rutherford等^[42]通过酶水解法对婴幼儿配方羊乳粉和母乳进行水解对比,结果表明,以羊乳作为乳源制备的婴幼儿配方乳粉中氨基酸的水解数量与母乳非常相近。Razafindrakoto等^[43]研究发现,与摄入牛乳相比,婴幼儿每天摄入羊乳能够增加9%的体质量,表明羊乳在婴幼儿体内的肠胃消化率及肠胃总消化率均显著高于牛乳。

3.3 提高脂肪吸收率、降低胆固醇

羊乳中脂肪的平均粒径比牛乳小1 μm ,较小的脂肪能更好地分散在胃、小肠中,增大了脂肪和酶的接触面积,有利于脂肪的消化,从而提高了胃、小肠对脂肪的吸收率^[30]。由于羊乳含有36%的中链甘油三酯,比牛乳中的含量高15%,短中链脂肪酸在脂肪酶的作用下比长链脂肪酸分解速度快,使得羊乳脂肪比牛乳更容易消化吸收^[44]。每100 g羊乳和母乳中的胆固醇含量分别为10~13 mg和20 mg,羊乳降低了内源性胆固醇的合成,从而降低了体内胆固醇水平,胆固醇含量低对降低动脉硬化和高血压患者的发病率具有重大意义^[45]。Lopez-Aliaga等^[46]用羊乳和牛乳分别喂养小鼠来探索胆固醇的功效,小鼠摄入羊乳后,体内胆固醇水平下降8.6%,而摄入牛乳后体内胆固醇水平升高9.7%,这表明羊乳在降低血脂胆固醇方面具有潜在的功能特性。

4 结 语

本文对羊乳的营养成分、安全性及功能特性进行论述,羊乳富含多种营养成分,如蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素及矿物质等;羊乳中含有的活性物质SOD和EGF能够抵御病毒的侵害,也不易感染结核,具有很强的安全性^[11];以羊乳为乳源的婴幼儿配方乳粉具有低致敏性、能够提高消化率、提高脂肪吸收率以及降低胆固醇的功能特性^[37]。综上所述,羊乳作为婴幼儿配方乳粉的乳源具有很大的优势。目前,加强母乳的营养基础理论研究、提高产品差异化及开发新型羊乳婴幼儿配方食品是我国羊乳企业发展的关键^[47]。

参考文献:

- [1] CEBALLOS L S, MORALES E R, ASARVE G T, et al. Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2009, 22(4): 322-329. DOI:10.1016/j.jfca.2008.10.020.
- [2] RAYNAL-LJUTOVACA K, LAGRIFFOULB G, PACCARBD P, et al. Composition of goat and sheep milk products: an update[J]. Small Ruminant Research, 2008, 79(1): 57-72. DOI:10.1016/j.smallrumres.2008.07.009.
- [3] 史怀平, 罗军, 党立峰, 等. 羊奶的营养成分及营养价值的提高途径[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017(9): 118-122. DOI:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2017.0784.
- [4] 曹斌云, 罗军, 姚军虎, 等. 山羊奶的营养价值与特点[J]. 畜牧兽医杂志, 2007(1): 49-50.
- [5] 李晓东, 蒋琛. 我国婴幼儿配方奶粉生产技术的现状及展望[J]. 乳业科学与技术, 2013, 36(2): 34-38.
- [6] 陈合, 雷张腾, 舒国伟. 婴幼儿配方羊奶粉研究进展[J]. 农产品加工, 2016(1): 60-68. DOI:10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2016.01.018.
- [7] 白银航, 陈军, 高海兰. 山羊奶的可用性与营养价值[J]. 中国畜禽种业, 2010, 6(11): 82-83.
- [8] 赵洪一, 林少华, 罗红霞, 等. 羊乳特性研究进展及行业发展趋势[J]. 中国乳业, 2019(2): 13-18. DOI:10.16172/j.cnki.114768.2019.02.004.
- [9] 刘畅, 许晓丹, 史永翠, 等. 羊奶的营养保健功能与研究现状[J]. 乳业科学与技术, 2013, 36(1): 25-28.
- [10] 陆东林, 李景芳. 山羊奶的营养价值及风味改善技术[J]. 新疆畜牧业, 2013(6): 16-20. DOI:10.16795/j.cnki.xjxmy.2013.06.006.
- [11] 魏传立, 王福林. 我国乳制品业的现状与发展研究[J]. 农机化研究, 2010, 32(1): 241-244. DOI:10.13427/j.cnki.njyi.2010.01.067.
- [12] 李慕扬. 羊奶营养价值及羊奶奶酪生产研究状况[J]. 中国乳业, 2013(1): 65-66. DOI:10.16172/j.cnki.114768.2013.01.009.
- [13] 张歌. 牛乳和羊乳蛋白质差异比较及检测方法的研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2013: 56-58.
- [14] 王东菊, 王太春, 袁春景. 奶中之王: 山羊奶[J]. 江西畜牧兽医杂志, 2006(2): 45-46.
- [15] JENNESS R. Composition and characteristics of goat milk: review[J]. Journal of Dairy Science, 1980, 63(10): 1605-1630.
- [16] 张宇琪, 高嵩, 李倩, 等. 羊乳清蛋白ACE及DPP-IV抑制肽的分离纯化与鉴定[J]. 中国农业大学学报, 2018, 23(12): 97-105.
- [17] 扬威, 刁其玉. 山羊奶的营养特性和奶山羊的发展趋势[C]//中国羊业发展大会, 北京: 中国畜牧业协会, 2015: 224-228.
- [18] 李阳, 张希, 李杨, 等. 特种乳加工技术研究进展[J]. 食品工业科技, 2018(13): 347-352. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2018.13.064.
- [19] 张宇, 王立娜, 张宏达, 等. 母乳、牛乳及山羊乳脂肪酸组成的差异分析[J]. 食品工业科技, 2019, 40(4): 21-26. DOI:10.13386/j.issn1022-0306.2019.04.004.
- [20] 王丽. 羊奶的营养价值浅析[C]//2012年全国养羊生产与学术研讨会论文集. 北京: 中国畜牧兽医学会养羊学分会, 2012: 3.
- [21] 李磊, 王昆, 何静, 等. 驼、牛、羊乳中脂肪酸含量的比较分析[J]. 食品科学, 2019, 40(6): 223-227. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20180409-105.
- [22] 陈建明, 冯建忠, 张居农. 山羊奶营养及加工工艺特性[J]. 中国奶牛, 2009(4): 42-45.
- [23] 魏志杰, 曹斌云. 快速发展我国奶山羊产业的战略及策略[C]//第10届中国羊业发展大会论文集. 北京: 中国畜牧业协会, 2013: 27-31.
- [24] 王逸斌, 徐莎, 侯艳梅, 等. 山羊奶的营养成分研究进展[J]. 中国食物与营养, 2012, 18(10): 67-71.
- [25] 逢金柱, 米丽娟, 刘正冬. 羊奶营养研究进展及羊乳基婴儿配方奶粉开发[J]. 中国食物与营养, 2018, 24(7): 43-46.

- [26] 付宇阳, 高立鹏, 白云峰, 等. 山羊乳成分分析及变化规律[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(9): 158-162. DOI:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.09.044.
- [27] BARÈ RODR GUEZ L, BOZA PUERTA J, FONOLL JOY J, et al. Composition derived from milk goat comprising growth factors and oligosaccharides: WO, WO 2005067962 A3[P]. 2005-07-28.
- [28] MARTHE H. Microbiological and chemical aspects of cheddar cheese ripening[J]. Dairy Science, 1963(46): 869.
- [29] 赵雪莉, 汪水平, 钟荣珍, 等. 产前驱虫对母羊产奶量和乳品质的影响[J]. 动物营养学报, 2019, 31(1): 198-204. DOI:10.3969/j.issn.1006-267x.2019.01.025.
- [30] 王丽, 张英杰, 刘月琴. 羊奶的营养价值浅析[J]. 中国草食动物科学, 2012(增刊1): 114-116.
- [31] 张红. 婴儿牛奶过敏症的研究进展[J]. 中国妇幼保健, 2011, 26(21): 33-39.
- [32] 王逸斌, 王军波. 山羊奶的消化吸收和过敏性研究进展[J]. 食品与营养科学, 2012(1): 29-33.
- [33] PARK Y W. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk[J]. Small Ruminant Research, 1994, 14(2): 151-159.
- [34] BIGGART T J. Goat's milk to allergic young child's application[J]. Paediatrics Today, 1996, 12(4): 4-5.
- [35] 陈怀玉, 赖雪辉, 李俊, 等. 山羊奶配方奶粉预防婴幼儿牛奶过敏的临床研究[J]. 临床医学工程, 2010, 17(10): 21-23. DOI:10.3936/j.issn.1674-4659.2010.10.021.
- [36] RESTANI P. Goat milk allergenicity[J]. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 2004, 39(4): 323-324.
- [37] MURARO M A, GIAMPIETRO P G, GALLI E. Soy formulas and non bovine milk[J]. Annals of Allergy, Asthma and Immunology, 2002, 89(6): 97-101.
- [38] 陈天鹏, 刘翠, 冷友斌, 等. 羊乳营养成分及功能特性的研究进展[J]. 中国食物与营养, 2016, 22(3): 71-76.
- [39] 杨光平. 探讨中兽医治疗奶山羊疾病对奶源安全的影响[J]. 中兽医学杂志, 2015(12): 52.
- [40] 解庆刚, 赵鑫, 董长春, 等. 山羊乳作为婴幼儿配方粉乳原料的营养优势评估[J]. 中国乳品工业, 2015, 43(9): 26-29.
- [41] 吴尚仪, 吴尚, 韩宏娇, 等. 不同泌乳期人乳与牛乳中游离氨基酸的对比[J]. 食品科学, 2018, 39(8): 129-134. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201808021.
- [42] RUTHERFURD S M, MOUGHAN P J, LOWRY D, et al. Amino acid composition determined using multiple hydrolysis times for three goat milk formulations[J]. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2008, 59(7/8): 679-690. DOI:10.1080/09637480701705424.
- [43] RAZAFINDRAKOTO O, RAVELOMANANA N, RASOLOFO A, et al. Le lait de chevre peut-il remplacer le lait de vache chez l'enfant malnutri[J]. Le Lait, 1993, 73(5/6): 601-611.
- [44] HAENLEIN G F W. Goat milk in human nutrition[J]. Small Ruminant Research, 2004, 51(2): 155-163.
- [45] 李贺, 马莺. 羊乳营养及其功能性特性[J]. 中国乳品工业, 2017, 45(1): 29-33; 49.
- [46] LOPEZ-ALIAGA I, ALFEREZ M J M, NESTARES M T, et al. Goat milk feeding causes an increase in biliary secretion of cholesterol and a decrease in plasma cholesterol levels in rats[J]. Journal of Dairy Science, 2005, 88(3): 1024-1030. DOI:10.3168/jds.s0022-0302(05)72770-3.
- [47] 张青, 赵娟娟, 石贤枝, 等. 山羊乳的营养组分分析及作为婴幼儿配方乳粉的喂养优势[J]. 中国乳品工业, 2017, 45(9): 35-40.