

# 肉鸽营养需要量研究进展

姜世光 潘能霞 王修启 高春起\*

(华南农业大学动物科学学院,广东省动物营养调控重点实验室,广州 510642)

**摘要:** 肉鸽营养价值丰富,是一种优质的高蛋白质、低脂肪肉食来源。随着经济发展和生活水平提高,肉鸽的需要量和饲养量迅速增加,现已成为继鸡、鸭、鹅之后的第四大类家禽品种。但肉鸽的规模化生产仍面临诸多问题,如种鸽和乳鸽尚无饲养标准、鸽乳成分不清等,导致其营养无法精准供给,生产效率低下。本文综述了种鸽和乳鸽的代谢能、粗蛋白质和氨基酸等营养需要量研究进展,为肉鸽饲料的精准配制提供基础数据。

**关键词:** 种鸽;乳鸽;营养需要量;鸽乳分泌

**中图分类号:** S836

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-267X(2019)11-4940-09

随着经济发展和人民消费水平的提高,人们对禽肉产品品质的要求逐渐增加。乳鸽肉质鲜美、富含氨基酸,且具有合理的脂肪酸构成和较高的药用价值,是一种高蛋白质、低脂肪的禽肉产品<sup>[1-2]</sup>。近年来肉鸽产业发展迅速,现已成为继鸡、鸭、鹅之后的第四类家禽品种<sup>[3]</sup>。据统计我国现存栏种鸽约 4 200 万对,年出栏乳鸽 6.8 亿只,生产总量占世界的 80%以上<sup>[4]</sup>。

与其他家禽不同,乳鸽自出壳到 28 日龄上市,主要以种鸽分泌的鸽乳作为营养物质来源,肉鸽养殖面临的主要技术难题是乳鸽严重依赖种鸽的哺育。因此,探明肉鸽的营养需要量,是开展精准饲养和发挥其生产潜力的重要前提<sup>[5]</sup>。本文主要论述了种鸽的营养需要量、鸽乳营养成分及乳鸽的营养需要量等最新研究进展,为肉鸽生产性能的提高及乳鸽的人工哺育技术开发提供数据参考。

## 1 种鸽的营养需要量

### 1.1 种鸽代谢能和粗蛋白质的需要量

饲料粗蛋白质及代谢能水平不仅影响种鸽自身的体重变化,还与其产蛋周期、鸽乳分泌和乳鸽

的成活率等密切相关,进而影响种鸽的生产水平和效益<sup>[6]</sup>。因此,探明种鸽的营养需要量对提高其生产效率至关重要。

依据种鸽和乳鸽的生产性能等表现,汇总了种鸽适宜的粗蛋白质和代谢能需要量,详见表 1。卜柱等<sup>[7]</sup>研究表明,饲料粗蛋白质水平为 15.5%、代谢能水平为 12.5 MJ/kg 时,种鸽的生产性能和乳鸽生长性能较高。也有研究表明,种鸽饲料粗蛋白质水平为 12.5%、代谢能水平为 11.72 MJ/kg 时,其哺育的乳鸽增重较快<sup>[8]</sup>。吴红等<sup>[9]</sup>研究表明,在代谢能水平为 11.85 MJ/kg 情况下,种鸽饲料粗蛋白质水平为 16.16%的饲料比饲喂粗蛋白质水平为 11.79%的饲料其产蛋周期更短,乳鸽的生长更好;这与王修启等<sup>[10-11]</sup>采用“50%颗粒料+50%原粮”混合饲料,粗蛋白质水平为 16.0%、代谢能水平为 12.01%时的饲喂效果相一致。王峰等<sup>[12]</sup>研究表明,采用“40%颗粒料+60%原粮”混合饲料饲喂种鸽,饲料粗蛋白质水平为 17.0%、代谢能水平为 12.39 MJ/kg 时,乳鸽的生长性能更好,饲料转化率较高。高春起等<sup>[13]</sup>采用“50%颗粒料+50%原粮”混合饲料饲喂种鸽,当饲料粗蛋白质水平为 18.0%、代谢能水平为 12.13 MJ/kg 时,

收稿日期:2019-04-23

基金项目:国家自然科学基金青年基金(31501969);广东省家禽产业技术体系(2018LM1116)

作者简介:姜世光(1996—),男,甘肃临潭人,硕士研究生,从事动物营养与饲料科学研究。E-mail: 877713282@qq.com

\* 通信作者:高春起,副教授,硕士生导师,E-mail: cqgao@scau.edu.cn

乳鸽的生长性能、屠宰性能、肉品质和种鸽的繁殖性能均较好,建议“2+4”饲喂模式下种鸽饲料的粗蛋白质水平为 18.0%。然而,随着种鸽饲料粗蛋白质水平的提高,种鸽的繁殖性能反而会下降,这与有研究表明过高的粗蛋白质水平降低种鸡繁殖性能的研究结果相一致<sup>[14-15]</sup>。综上,种鸽饲料适宜的代谢能水平为 11.80~12.56 MJ/kg,粗蛋白质水平为 15.5%~22.0%。可见,各研究所获得的代

谢能和粗蛋白质需要量范围跨度较大,这可能与不同研究采用的肉鸽饲喂模式(“2+2”、“2+3”和“2+4”等)、饲料原料组成、气候条件、指标判定依据和饲养周期等不同有关<sup>[13,16]</sup>。因此,在实际配制饲料时,应根据种鸽的饲喂模式、饲料原料的组成等作相应的调整,确保饲料代谢能和粗蛋白质水平能够满足其营养需要。

表 1 种鸽的粗蛋白质和代谢能需要量

Table 1 Requirements of crude protein and metabolic energy of breeding pigeons (*Columba livia*)

品种 Varieties	年龄 Year of age	试验周期 Test period/d	饲喂模式 Feeding pattern	粗蛋白质水平 Crude protein level/%	表观代谢能 Apparent metabolic energy/(MJ/kg)	试验结果 Test results	文献来源 References
杂交王鸽 Hybrid king pigeon	2 年龄	180	“2+2”	13.5、14.5、15.5、 16.5	11.30、11.70、 12.10、12.50	粗蛋白质水平为 15.5%、表观代谢能水平为 12.50 MJ/kg 时,连续 4 窝平均产蛋 9.7 枚,开产蛋鸽比例达 60%	卜柱等 <sup>[7]</sup>
美国王鸽 American king pigeon	1 年龄	70	“2+2”	12.50、12.56、 13.86、13.90、 14.02、15.41、 15.44、15.59	11.72、 12.35、 12.98	粗蛋白质水平为 12.50%、表观代谢能水平为 11.72 MJ/kg 时乳鸽平均日增重为 17.4 g,料重比为 2.63	余有成等 <sup>[8]</sup>
杂交王鸽 Hybrid king pigeon	2 年龄	60	“2+2”	11.79、14.22、 14.29、16.16、 16.18	11.82、11.85、 11.86、11.87、 12.51、12.52、 13.31	粗蛋白质水平为 16.16%、表观代谢能水平为 11.86 MJ/kg 时 30 日龄乳鸽平均体重为 517 g,种鸽生产周期为 37.4 d	吴红等 <sup>[9]</sup>
美国白羽王鸽 American white dove	—	21	“2+4”	16.0、17.0、 18.0	12.01、12.13、 12.25	粗蛋白质水平为 16.0%、表观代谢能水平为 12.01 MJ/kg 时乳鸽死亡率为 4.3%,种鸽产蛋间隔为 22.8 d	王修启等 <sup>[10-11]</sup>
杂交王鸽 Hybrid king pigeon	—	60	“2+3”	15.0、16.0、 17.0	12.39、12.81	粗蛋白质水平为 17.0%、表观代谢能水平为 12.39 MJ/kg 时 1~21 日龄乳鸽的平均日增重高达 22.73 g,料重比为 3.55	王峰等 <sup>[12]</sup>
美国白羽王鸽 American white dove	3 年龄	45	“2+4”	15.0、16.0、 17.0、18.0、 19.0	12.13	粗蛋白质水平为 18.0%、表观代谢能水平为 12.13 MJ/kg 时乳鸽的生长性能提高,种鸽产蛋间隔为 35.2 d	高春起等 <sup>[13]</sup>

饲喂模式“2+2”、“2+3”和“2+4”分别表示 1 对种鸽哺喂 2、3 或 4 只乳鸽;“—”表示未知。

Feeding patterns of “2+2”, “2+3” and “2+4” indicated that 2, 3 or 4 young pigeons were fed by 1 pair of breeding pigeons, respectively. “—” mean unknown.

## 1.2 种鸽氨基酸的需要量

与其他家禽相类似,种鸽需从饲料摄取赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸和苏氨酸等必需氨基酸,以维持自身代谢和生产需要<sup>[17]</sup>。有关种鸽对饲料氨基酸需要量的研究较少,在种鸽饲料配制中,多参照鸡的氨基酸饲养标准。蛋氨酸与亮氨酸作为必需氨基酸,具有提高动物免疫和抗氧化的能力,也具有调控乳蛋白质合成的作用,影响成年动物及其子代的生长发育<sup>[18-20]</sup>。研究表明,饲料添加适量的亮氨酸可促进动物肌肉蛋白质的合成,表明亮氨酸、蛋氨酸等在促进动物生长发育方面发挥重要作用<sup>[21-25]</sup>。傅喆<sup>[26]</sup>研究表明,在饲料粗蛋白质水平为16%的情况下,添加0.45%的亮氨酸能显著降低种鸽在孵化期和哺育期的体重损失,提高鸽乳蛋白质的合成,并可增加乳鸽的平均日增重。此外,饲料添加0.30%蛋氨酸或0.30%蛋氨酸二肽,均可显著降低种鸽的体重损失和乳鸽死亡率,增加乳鸽的平均日增重和屠宰性能,且蛋氨酸二肽的效果优于单体蛋氨酸。哺乳动物上的研究也表明,饲料添加合成氨基酸能显著增加哺乳动物的泌乳能力,提高子代的生长性能<sup>[27-28]</sup>。因此,在配制种鸽饲料时,应根据原料中的氨基酸水平,补充合成氨基酸,从而降低其在哺育期的体重损失,提高鸽乳产量,进而改善乳鸽的生长状况。但种鸽的氨基酸需要量的研究亟待进一步加强,从而保证氨基酸的供给平衡,并确保低蛋白质饲料在种鸽上的应用和推广。

## 1.3 种鸽对维生素和矿物质元素的需要量

关于种鸽对维生素和矿物质元素的需要量的研究较少,只对钙磷的需要量进行了初步探索。赵万里<sup>[29]</sup>研究表明,繁殖期种鸽粗蛋白质水平为16%~18%、代谢能水平为11.72~12.14 MJ/kg时,钙、磷含量分别为1.5%~2.0%、0.65%较为适宜。也有研究表明,当代谢能水平为11.86 MJ/kg、粗蛋白质水平为16.16%时,饲料添加1.09%的钙和0.68%的磷为最佳<sup>[9]</sup>。钙水平过高会引起种鸽拉稀等现象,过低引起种鸽繁殖性能下降,出现破壳蛋和软壳蛋等。El-Khalek等<sup>[30]</sup>在种鸽饲料中添加不同的微量元素(锌、铜、锰和硒),提高了种鸽空肠的绒毛高度,但不影响其器官重量、肠道pH和换羽等。总之,种鸽对饲料钙、磷的需要量分别为1.5%~2.0%和0.65%~0.70%,对其他矿物质元素的需要量尚不清楚。

## 2 乳鸽的营养需要量

肉鸽作为晚成鸟,其生长和繁殖有别于其他家禽。雏鸽出壳后不具备独立采食能力,需要种鸽嗉囊分泌的鸽乳哺喂才能存活<sup>[31]</sup>。1周龄以下的乳鸽完全依靠种鸽哺育,1~2周龄的乳鸽食物来源主要为鸽乳和饲料的混合物,2周龄直到上市逐步从种鸽初步消化的饲料转变为自主采食。目前乳鸽通常采用的养殖方式是:从出壳到上市,乳鸽生长全过程由双亲种鸽喂养,导致种鸽繁殖周期较长,生产效率低下。不少养殖户试图通过乳鸽人工育肥减轻种鸽生产负担,以此提高其生产效率。但由于缺乏乳鸽的营养需求参数,无法精确配制乳鸽代乳料,而采用小鸡料或乳猪料代替,导致乳鸽生长速度较慢且成活率低。因此,解析鸽乳的全组分及其含量、探究乳鸽的营养需要量,并在此基础上研制人工辅助育雏技术,有利于提高种鸽生产效率和优质乳鸽生产。

### 2.1 鸽乳的合成及其营养组成

家鸽的嗉囊具有存储食物和分泌鸽乳的功能<sup>[32-33]</sup>。在孵化行为的诱导下,公、母种鸽嗉囊上皮细胞在鸽胚孵化第8天左右均开始增生,到第18天时嗉囊厚度和重量分别增加4.1和3.5倍,嗉囊黏膜重量增加约10倍<sup>[34]</sup>;同时,血流量增加,蛋白质合成量迅速增加并富集脂滴,最终脱落到嗉囊腔中形成呈奶酪样油性的乳白色鸽乳<sup>[32-33,35]</sup>。在哺育期种鸽嗉囊上皮以4h为1个周期快速增生并脱落形成鸽乳;嗉囊分泌功能随着哺喂时间的延长而衰退,嗉囊黏膜上皮增生逐渐减弱,厚度减小,最后嗉囊黏膜层恢复至休产期的水平;哺育期的第1~7天是产乳高峰期,到第25~28天鸽乳停止分泌<sup>[32-33]</sup>。鸽乳可为乳鸽的生长发育提供全面的营养,其分泌量及组成直接影响乳鸽的生长发育。因此,为了配制营养全价的乳鸽代乳料,提高人工育雏水平,前提应精确解析鸽乳的营养成分组成及其所占比例。

研究表明,鸽乳通常由55%~60%的蛋白质、32%~36%的脂肪、9%~10%的粗灰分、1%~3%的碳水化合物及少量的矿物质和维生素组成(表2)<sup>[32,36-38]</sup>。鸽乳中含量最高的脂肪酸是C18:1(n-9),约占总脂肪酸的41.26%,C16:0次之,约占16.67%,各种脂肪酸含量差异较大。而氨基酸中含量最多的为谷氨酸,约占鸽乳含量的

4.47%;含量较少的氨基酸为蛋氨酸和组氨酸,分别占鸽乳含量的 0.37%和 0.63%。与哺乳动物的乳蛋白质组成不同,鸽乳中 90%为酪蛋白,同时含有少量  $\beta$ -角蛋白、免疫球蛋白 A(IgA)和免疫球蛋白 G(IgG)以及表皮生长因子(EGF)等活性物质<sup>[32,39-40]</sup>。因此,在配制鸽乳代乳料时,应严格根据鸽乳的组成和含量进行配制。目前虽已知鸽乳

的常规营养物质含量,但对于鸽乳的精确组分、关键活性成分及其含量尚不清楚,鸽乳配制质量不高,人工哺育乳鸽的死亡率较高。因此,需借助蛋白质组学和代谢组学等现代分析技术,解析鸽乳全组分、筛查鸽乳中关键的生物活性因子,精确配制人工鸽乳、确保乳鸽可获得全面的营养。

表 2 鸽乳的营养成分组成及含量(干物质基础)

Table 2 Composition and contents of nutrient ingredients of pigeon crop milk (DM basis)<sup>[32,36-38]</sup>

%

成分 Ingredients	含量 Content	成分 Ingredients	含量 Content
常规成分 Conventional ingredients		矿物质 Minerals	
粗蛋白质 CP	55~60	钙 Ca	0.81
脂肪 Fat	32~36	钾 K	0.62
粗灰分 Ash	9~10	镁 Mg	0.08
碳水化合物 Carbohydrate	1~3	钠 Na	0.54
脂肪酸 Fatty acids		铁 Fe	0.04
C14:0	0.49	氨基酸 Amino acids	
C16:0	16.67	精氨酸 Arg	2.21
C16:1(n-9)	7.90	甘氨酸 Gly	1.40
C18:0	12.13	丝氨酸 Ser	1.33
C18:1(n-9)	41.26	组氨酸 His	0.63
C18:2(n-6)	13.81	异亮氨酸 Ile	1.47
C18:3(n-3)	0.78	亮氨酸 Leu	3.02
C20:0	2.99	赖氨酸 Lys	2.34
C20:1(n-9)	2.06	蛋氨酸 Met	0.37
C20:2(n-6)	0.26	苯丙氨酸 Phe	1.65
C20:3(n-6)	微量	酪氨酸 Tyr	1.22
C20:4(n-6)	0.45	苏氨酸 Thr	1.23
C20:5(n-3)	微量	缬氨酸 Val	1.68
C22:0	0.59	天冬氨酸 Asp	3.18
C22:1(n-9)	微量	丙氨酸 Ala	1.95
C22:4(n-6)	0.11	脯氨酸 Pro	0.95
C22:5(n-6)	微量	谷氨酸 Glu	4.47
C22:5(n-3)	微量		
C22:6(n-3)	0.23		
C24:0	0.34		

## 2.2 乳鸽代谢能和粗蛋白质需要量

许多学者在测定自然鸽乳中常规营养物质含量的基础上,配制乳鸽饲料,并通过人工哺育方法探究了 1~30 日龄乳鸽的最佳营养需要量。陈丹等<sup>[41]</sup>研究表明,代乳料中粗蛋白质水平为 20.0%、代谢能水平为 13.39 MJ/kg 时,14~33 日龄美国白羽王乳鸽的平均日增重达 17.6 g,料重比为 2.54。顾拥建等<sup>[42]</sup>采用人工饲喂方法探究了杂交王乳鸽的代谢能和粗蛋白质需要量,表明在粗蛋白质水

平为 18.0%、代谢能水平为 12.6 MJ/kg 时,乳鸽的饲养成本最经济,乳鸽增重效果明显优于种鸽哺喂方式。谢青梅等<sup>[43]</sup>发现,1~10 日龄的乳鸽饲喂粗蛋白质水平为 53.3%、代谢能水平为 15.38 MJ/kg 的人工代乳料效果较好,平均日增重为 18.0 g,比自然育雏低 2.8 g。而胡文娥等<sup>[44]</sup>采用代谢能水平为 12.94 MJ/kg、粗蛋白质水平为 20.0% 的代乳料饲喂 14~28 日龄的美国银王乳鸽,增重最快,这与艾国良等<sup>[45]</sup>饲喂粗蛋白质水平

为 20.0%、代谢能水平为 13.48 MJ/kg 时研究结果相一致。也有研究表明,美国白羽王乳鸽育肥期(22~30 日龄)饲喂全价颗粒料粗蛋白质水平为 18.0%、代谢能水平为 12.56 MJ/kg 时,其饲料转化率较高,平均日增重可达 6.4 g<sup>[46]</sup>。

综上,乳鸽在代谢能水平为 12.33~13.48 MJ/kg、粗蛋白质水平为 18.0%~24.6%时,增重较快。但各研究所获得的粗蛋白质和代谢能水平差异较大,这可能与不同研究制作代乳料的原料组成、哺喂技术、哺育量及乳鸽的品种等差异有关。因此,在制作乳鸽代乳料时,应根据乳鸽的品种、地域、原料的组成等进行调整,同时应尽快确定乳鸽粗蛋白质和代谢能的需要量,确保人工代乳料可满足乳鸽的营养需要量。

### 2.3 乳鸽对氨基酸的需要量

自然乳乳中约有 17.0%的粗蛋白质是以游离氨基酸的形式存在<sup>[39]</sup>。有研究表明,哺育期第 1~3 天的乳乳中必需氨基酸与非必需氨基酸的比例约为 48:52,这一比例有利于乳鸽对氮的利用及其生长发育<sup>[47]</sup>;其中谷氨酸和天冬氨酸含量较高,约占总氨基酸含量的 37.8%,含量较少的是蛋氨酸和组氨酸;哺育期 3 d 后乳乳中的谷氨酸、天冬氨酸和蛋氨酸的含量迅速下降,其他氨基酸含量变化较小<sup>[38,47-48]</sup>。实际生产中,在孵化期第 18 天时(正常孵化时间)放入人工孵出的乳鸽死亡率明显低于孵化期第 17 和 19 天放入人工孵出的乳鸽,这与 1~3 日龄乳鸽所需的各种营养物质密不可分。蛋氨酸和赖氨酸作为鸡、鸭和鹅等家禽玉米豆粕型饲料的第一限制性氨基酸<sup>[49]</sup>,添加蛋氨酸或赖氨酸均可影响家禽的生长、肠道发育和肉品质等<sup>[50-54]</sup>。我们的最新研究表明,种鸽饲料中添加蛋氨酸可显著降低乳鸽的死亡率,并增加其平均日增重和屠宰性能,这可能与饲料添加蛋氨酸显著增加乳乳中的蛋氨酸含量有关;此外,种鸽饲料添加亮氨酸也可显著改善乳鸽的生长,这可能与亮氨酸利于嗉囊中乳乳蛋白质的合成,进而更好地满足其对氨基酸的需要量有关<sup>[26]</sup>。对于哪些是乳鸽的限制性氨基酸,具体需要量是多少等,均需进一步研究确定。

### 2.4 乳鸽对维生素和矿物质元素的需要量

乳乳中含有丰富的矿物质元素,如钙、磷、钠和钾等<sup>[55]</sup>。Sales 等<sup>[36]</sup>研究表明,1~3 d 乳乳中钙、钾、镁、钠和铁的含量分别为 0.81%、0.62%、

0.08%、0.54%和 0.04%。曾秋凤等<sup>[38]</sup>研究表明,1~3 d 的乳乳中,钙和磷含量分别为 1.34%和 1.04%,钠含量为 0.79%;4~6 d 时钙含量升高至 1.52%,而磷和钠的含量分别下降至 0.85%和 0.31%。但不同试验测定的 1~3 d 乳乳中钙的含量差别较大(0.81% vs. 1.34%),这可能与选用的肉鸽品种和日龄不同有关。庞丰丰<sup>[56]</sup>采用钙和磷含量分别为 1.45%和 1.64%的人工乳乳代乳料,饲喂 1~7 日龄的乳鸽,其成活率为 100%,日增重为 9.89 g,比自然哺育的乳鸽日增重低 10 g 左右<sup>[43]</sup>,可能是由于饲料磷含量过高抑制了乳鸽的发育,具体原因未知。此外,乳乳中含有维生素 A、维生素 B<sub>2</sub> 及维生素 C,其中维生素 B<sub>2</sub> 的含量约 1.81 μg/g,但缺乏维生素 B<sub>1</sub><sup>[57]</sup>。在肉鸽养殖过程中,除了需要在饲料中补充微量元素和维生素,也可通过补充保健砂,满足其对微量元素和维生素的需要<sup>[58]</sup>。

### 2.5 乳鸽对其他营养物质的需要量

乳鸽生长发育所需营养物质除蛋白质、氨基酸、维生素及矿物质元素外,还有脂肪和其他活性因子。乳乳中除了富含蛋白质和氨基酸外,脂类约占干物质的 30%。因此,保证乳鸽充足的脂类供给至关重要。饲料添加油脂可促进乳鸽的肠道形态发育,并提高其代谢率<sup>[59]</sup>。乳乳脂肪中含有一定比例的磷脂质(8%)、中性脂肪(80%)和糖脂(12%),在种鸽泌乳的第 1~5 天内,中性脂肪作为乳乳脂肪的主要组成部分,其含量随泌乳时间延伸而缓慢下降,而磷脂质和糖脂的含量显著增加<sup>[60]</sup>。张晓昀等<sup>[47]</sup>研究表明,泌乳前期种鸽乳乳中不饱和脂肪酸含量约占总脂肪的 73%,其中油酸含量最高(约占总脂肪的 43%);随哺育期的延长,乳乳中亚油酸和棕榈酸含量有上升趋势,而棕榈油酸、硬脂酸和油酸含量逐渐下降。

此外,Engberg 等<sup>[61]</sup>从自然乳乳中分离提纯出大量 IgA (1.45 mg/mL) 和少量 IgG (0.34 mg/mL)。同样,也有研究表明,乳初乳中 EGF 的含量达 0.61~4.80 pg/mg,这与在猪初乳中测定的含量相类似<sup>[47,62]</sup>。乳中富含免疫球蛋白和 EGF,有利于提高其抗病力和成活率,这与乳鸽早期生长速度快、抗病力强的特点相一致<sup>[63]</sup>。因此,在配制早期人工乳乳时,除了应满足粗蛋白质、脂类、矿物质元素及其维生素外,应保证乳乳中添加足够的免疫球蛋白和生物活性因子。

### 3 小结与展望

我国作为最大的肉鸽养殖及消费国,肉鸽的需求量稳步提升。近年来,虽有些研究者在种鸽和乳鸽的代谢能和粗蛋白质营养需要量方面开展了大量工作,但由于研究方法、品种、环境因素等问题制约,现有的粗蛋白质和代谢能需要量参考范围较大,尚未形成统一的肉鸽饲养标准,肉鸽对氨基酸、脂肪酸、微量元素和矿物质等的需要量研究更是鲜见报道。因此,肉鸽的营养需要量研究尚处在探究阶段。在种鸽的营养需要量研究方面,应充分考虑不同饲养模式、品种、饲养环境、饲料原料种类等对其营养需要量的影响,同时在判定指标方面,应着重关注种鸽的生产性能、产蛋间隔、鸽乳分泌量和乳鸽生长性能等指标;在乳鸽的营养需要量研究方面,除了关注常规营养物质需要量外,应借助现有的蛋白质组学、代谢组学等现代分析技术,充分解析鸽乳的全组分,筛查鸽乳中关键的生物活性因子,研制营养全面的人工鸽乳,进而提高乳鸽成活率及其生长性能。

### 参考文献:

- [ 1 ] 杨海明,王志跃,梁正翠.肉鸽规模化高效饲养管理[J].特种经济动植物,2009,12(7):9-10.
- [ 2 ] 常玲玲,汤青萍,王晴,等.欧洲肉鸽与其他畜禽肉质及主要营养成分比较分析[J].食品安全质量检测学报,2017,8(6):2035-2040.
- [ 3 ] 陈益填.我国肉鸽业养殖现状、投资效益及发展趋势分析[J].中国家禽,2012,34(4):8-11.
- [ 4 ] 汤青萍,卜柱,王志跃,等.肉鸽生产性能名词术语的规范与建议[J].中国家禽,2017,39(11):64-67.
- [ 5 ] 刘国英,王慧.鸽子日粮配制原则及需要注意的问题[J].中国禽业导刊,2010,27(16):52-52.
- [ 6 ] FOUAD A M, EL-SENOUSEY H K. Nutritional factors affecting abdominal fat deposition in poultry: a review[J]. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2014, 27(7): 1057-1068.
- [ 7 ] 卜柱,王强,厉宝林,等.不同能量、蛋白水平对繁育期种鸽生产性能的影响[C]//第十五次全国家禽学术讨论会论文集.广州:中国畜牧兽医学会,2011:6.
- [ 8 ] 余有成,刘璐,康振宏,等.肉用种鸽日粮中 ME、CP 适宜水平研究[J].中国家禽,1998,20(9):35-37.
- [ 9 ] 吴红,陈启康.不同日粮营养水平对种鸽繁殖性能的影响[J].动物营养学报,2003,15(1):61-64.
- [ 10 ] 王修启,李世波,詹勋,等.肉鸽养殖“2+4”生产模式下种鸽的能量需要研究[J].粮食与饲料工业,2009(4):45-46.
- [ 11 ] 王修启,李世波,詹勋,等.肉鸽养殖“2+4”生产模式下种鸽的粗蛋白需要研究[J].饲料工业,2009,30(17):59-60.
- [ 12 ] 王峰,李复煌,张胜杰,等.“2+3”模式下肉鸽能量和蛋白质需要量研究[J].北京农学院学报,2018,33(4):58-63.
- [ 13 ] 高春起,王晓慧,胡小超,等.饲粮粗蛋白质水平对乳鸽生长性能、屠宰性能、肉品质及种鸽产蛋性能的影响[J].华南农业大学学报,2016,37(4):1-6.
- [ 14 ] KRISELDI R, TILLMAN P B, JIANG Z, et al. Effects of feeding reduced crude protein diets on growth performance, nitrogen excretion, and plasma uric acid concentration of broiler chicks during the starter period[J]. Poultry Science, 2018, 97(5): 1614-1626.
- [ 15 ] DING Y, BU X C, ZHANG N N, et al. Effects of metabolizable energy and crude protein levels on laying performance, egg quality and serum biochemical indices of Fengda-1 layers[J]. Animal Nutrition, 2016, 2(2): 93-98.
- [ 16 ] 赵洁,张贤军,李海英.不同蛋白水平对种鸽生产性能的影响[J].四川畜牧兽医,2000,27(12):25.
- [ 17 ] 王燕,钟志平.种鸽营养需要与饲料配制研究进展[J].广东饲料,2009,18(6):30-32.
- [ 18 ] 杨芷,杨海明,王志跃,等.蛋氨酸的生理功能及其在家禽生产上的研究与应用[J].中国饲料,2014(12):21-23,24.
- [ 19 ] JANKOWSKI J, KUBI ŃSKA M, ZDU ŃCZYK Z. Nutritional and immunomodulatory function of methionine in poultry diets—a review[J]. Annals of Animal Science, 2014, 14(1): 17-32.
- [ 20 ] 王彬,李奇.亮氨酸的代谢及营养生理作用研究进展[J].饲料研究,2012(1):14-16.
- [ 21 ] GAO H N, HU H, ZHENG N, et al. Leucine and histidine independently regulate milk protein synthesis in bovine mammary epithelial cells via mTOR signaling pathway[J]. Journal of Zhejiang University ( Science B ), 2015, 16(6): 560-572.
- [ 22 ] TORRAZZA R M, SURYAWAN A, GAZZANEO M C, et al. Leucine supplementation of a low-protein meal increases skeletal muscle and visceral tissue protein synthesis in neonatal pigs by stimulating mTOR-dependent translation initiation[J]. The Journal of Nutrition, 2010, 140(12): 2145-2152.
- [ 23 ] SURYAWAN A, NGUYEN H V, ALMONACI R D, et al. Differential regulation of protein synthesis in

- skeletal muscle and liver of neonatal pigs by leucine through an mTORC1-dependent pathway [J]. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2012, 3:3.
- [24] CHEN Y P, CHEN X, ZHANG H, et al. Effects of dietary concentrations of methionine on growth performance and oxidative status of broiler chickens with different hatching weight [J]. *British Poultry Science*, 2013, 54(4): 531-537.
- [25] RULQUIN H, GRAULET B, DELABY L, et al. Effect of different forms of methionine on lactational performance of dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 2006, 89(11): 4387-4394.
- [26] 傅喆. 日粮添加亮氨酸对种鸽乳蛋白质合成和乳鸽生长的影响 [D]. 硕士学位论文. 广州: 华南农业大学, 2018: 13-23.
- [27] 毕微微. 蛋氨酸、赖氨酸二肽对奶牛乳腺上皮细胞泌乳机能的影响 [D]. 硕士学位论文. 哈尔滨: 东北农业大学, 2013: 38-52.
- [28] KIM S W, MATEO R D, YIN Y L, et al. Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets [J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2007, 20(2): 295-306.
- [29] 赵万里. 特种经济禽类生产 [M]. 北京: 农业出版社, 1993: 40-42.
- [30] EL-KHALEK E A, KALMAR I D, NOLLET L, et al. Micromineral source affects intestinal morphology but not feather formation in pigeons [J]. *Biological Trace Element Research*, 2011, 144(1/2/3): 753-759.
- [31] DONG X Y, WANG Y M, DAI L, et al. Posthatch development of intestinal morphology and digestive enzyme activities in domestic pigeons (*Columba livia*) [J]. *Poultry Science*, 2012, 91(8): 1886-1892.
- [32] GILLESPIE M J, HARING V R, MCCOLL K A, et al. Histological and global gene expression analysis of the 'lactating' pigeon crop [J]. *BMC Genomics*, 2011, 12: 452.
- [33] GILLESPIE M J, CROWLEY T M, HARING V R, et al. Transcriptome analysis of pigeon milk production-role of cornification and triglyceride synthesis genes [J]. *BMC Genomics*, 2013, 14: 169.
- [34] HU X C, GAO C Q, WANG X H, et al. Crop milk protein is synthesised following activation of the IRS1/Akt/TOR signalling pathway in the domestic pigeon (*Columba livia*) [J]. *British Poultry Science*, 2016, 57(6): 855-862.
- [35] BHARATHI L, SHENOY K B, HEGDE S N. Biochemical differences between crop tissue and crop milk of pigeons (*Columba livia*) [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 1997, 116(1): 51-55.
- [36] SALES J, JANSSENS G P J. Nutrition of the domestic pigeon (*Columba livia domestica*) [J]. *World's Poultry Science Journal*, 2003, 59(2): 221-232.
- [37] DESMETH M. Lipid composition of pigeon cropmilk-II. Fatty acids [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 1980, 66(1): 135-138.
- [38] 曾秋风, 张彬, 张在伟. 自然鸽乳的常规营养分析 [J]. *中国家禽*, 2003, 25(21): 12-14.
- [39] YANG M C, VOHRA P. Protein and metabolizable energy requirements of hand-fed squabs from hatching to 28 days of age [J]. *Poultry Science*, 1987, 66(12): 2017-2023.
- [40] SHETTY S, HEGDE S N. Pigeon milk: a new source of growth factor [J]. *Experientia*, 1993, 49(10): 925-928.
- [41] 陈丹, 谭会泽, 刘松柏, 等. 不同粗蛋白质水平对人工哺育乳鸽 14~33 日龄生长性能、屠体性能和羽毛发育的影响 [J]. *饲料工业*, 2018, 39(23): 27-30.
- [42] 顾拥建, 陈启康, 梁志彬, 等. 人工鸽乳饲养乳鸽的效果研究 [J]. *南京农专学报*, 2003, 19(3): 49-51.
- [43] 谢青梅, 毕英佐, 陈朝霞, 等. 不同人工鸽乳 0~10 日龄乳鸽的饲喂效果 [J]. *中国畜牧杂志*, 2001, 37(1): 24-26.
- [44] 胡文娥, 陈益填, 江玉云, 等. 不同粗蛋白水平对乳鸽生长后期增重的影响 [J]. *广东畜牧兽医科技*, 2006, 31(4): 19-21.
- [45] 艾国良, 许美解, 陈可毅. 日粮中不同蛋白质含量对乳鸽肥育效果的影响 [J]. *黑龙江畜牧兽医*, 1997(5): 37.
- [46] 李世波, 王修启, 詹勋, 等. 不同粗蛋白质、能量水平对肉鸽育肥期生长性能的影响 [J]. *粮食与饲料工业*, 2009(12): 37-38.
- [47] 张晓响, 董信阳, 卜星晨, 等. 2~10 日龄鸽乳中活性成分变化的规律研究 [J]. *中国畜牧杂志*, 2016, 52(11): 39-42.
- [48] HEGDE S N. Amino-acid composition of pigeon milk [J]. *Current Science*, 1972, 41(1): 23-26.
- [49] VANDEPUTTE-POMA J. Feeding, growth and metabolism of the pigeon, *Columba livia domestica*: duration and role of crop milk feeding [J]. *Journal of Comparative Physiology*, 1980, 135(2): 97-99.
- [50] RUAN D, FOUAD A M, FAN Q L, et al. Effects of

- dietary methionine on productivity, reproductive performance, antioxidant capacity, ovalbumin and antioxidant-related gene expression in laying duck breeders [J]. *British Journal of Nutrition*, 2018, 119(2): 121-130.
- [51] PLUMSTEAD P W, ROMERO-SANCHEZ H, PATON N D, et al. Effects of dietary metabolizable energy and protein on early growth responses of broilers to dietary lysine [J]. *Poultry Science*, 2007, 86(12): 2639-2648.
- [52] ZHANG S, SAREMI B, GILBERT E R, et al. Physiological and biochemical aspects of methionine isomers and a methionine analogue in broilers [J]. *Poultry Science*, 2016, 96(2): 425-439.
- [53] NAZEM M N, SAJJADIAN S M, KHEIRANDISH R, et al. Histomorphometric analysis of the small intestine of broiler chick embryos injected *in ovo* with methionine [J]. *Animal Production Science*, 2019, 59(1): 133-139.
- [54] WEN C, JIANG X Y, DING L R, et al. Effects of dietary methionine on growth performance, meat quality and oxidative status of breast muscle in fast-and slow-growing broilers [J]. *Poultry Science*, 2017, 96(6): 1707-1714.
- [55] DAYIES W L. The composition of the crop milk of pigeons [J]. *Biochemical Journal*, 1939, 33(6): 898-901.
- [56] 庞丰丰. 乳鸽人工代乳料的研究 [J]. *吉林畜牧兽医*, 2009, 30(2): 29-30.
- [57] HEDGE S N. Composition of pigeon milk and its effect on growth in chicks [J]. *Indian Journal of Experimental Biology*, 1973, 11(3): 238-239.
- [58] 陈益填, 林余秋, 余智文, 等. 肉鸽保健砂的配方及供给方法 [J]. *畜牧与兽医*, 2001, 33(3): 16-17.
- [59] XIE P, WANG Y M, WANG C, et al. Effect of different fat sources in parental diets on growth performance, villus morphology, digestive enzymes and colocal microbiota in pigeon squabs [J]. *Archives of Animal Nutrition*, 2013, 67(2): 147-160.
- [60] SHETTY S, HEGDE S N. Changes in lipids of pigeon "milk" in the first week of its secretion [J]. *Lipids*, 1991, 26(11): 930-933.
- [61] ENGBERG R M, KASPERS B, SCHRANNER I, et al. Quantification of the immunoglobulin classes IgG and IgA in the young and adult pigeon (*Columba livia*) [J]. *Avian Pathology*, 1992, 21(3): 409-420.
- [62] 张军民, 高振川. 猪乳中常规成分、胰岛素和表皮生长因子浓度的动态变化 [J]. *中国兽医学报*, 2001, 21(4): 388-391.
- [63] BUTTAR H S, BAGWE S M, BHULLAR S K, et al. Health benefits of bovine colostrum in children and adults [M] // WATSON R R, COLLIER R J, PREEDY V R. *Dairy in human health and disease across the lifespan*. Amsterdam: Academic Press, 2017: 3-20.

## Advanced Research in Nutritional Requirements of Domestic Pigeons (*Columba livia*)

JIANG Shiguang PAN Nengxia WANG Xiuqi GAO Chunqi\*

(Guangdong Provincial Key Laboratory of Animal Nutrition Control, College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** Pigeons are kinds of high-quality meat product with high protein and low fat. With the development of economy and the improvement of living standards, the demand for squabs has increased sharply, now it has become the fourth kind of meat poultry after chickens, ducks and geese. However, the large-scale production of pigeons still faces many problems, such as lacking of feeding standards and the unclear composition of pigeon milk, which leads to the inability of pigeons to be accurately supplied and the production efficiency is low. This paper reviewed the research progress of nutritional requirements of metabolic energy, crude protein and amino acid of breeding pigeons and squabs, in order to provide basic data for the accurate feeding for pigeons. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2019, 31(11):4940-4948]

**Key words:** breeding pigeons; squabs; nutritional requirement; pigeon milk secretion