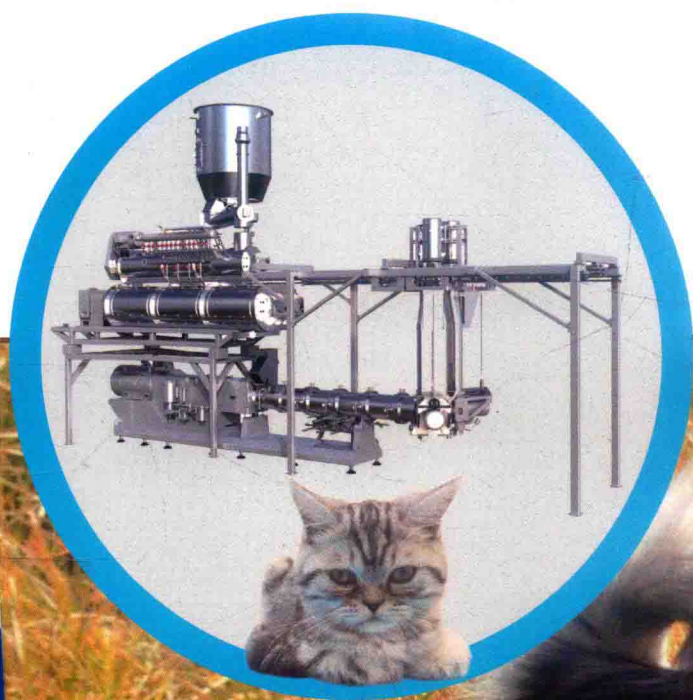


宠物营养与食品

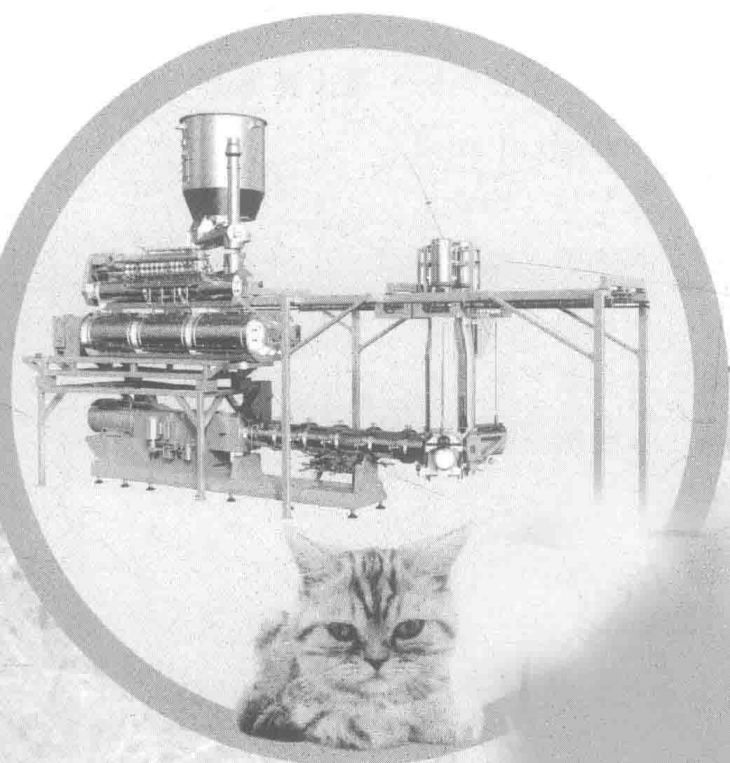
◎ 王金全 著



中国农业科学技术出版社

宠物营养与食品

◎ 王金全 著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

宠物营养与食品 / 王金全著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2018. 12

ISBN 978-7-5116-3834-2

I. ①宠… II. ①王… III. ①宠物-食品营养 IV. ①S815

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 192804 号

责任编辑 闫庆健 陶 莲

责任校对 李向荣

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109705 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)

(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106650

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 各地新华书店

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787mm×1 092mm 1/16

印 张 14.25

字 数 338 千字

版 次 2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷

定 价 120.00 元

— 版权所有 · 翻印必究 —

《宠物营养与食品》

著 委 会

主 著 王金全

副 主 著 王晓红 王 磊 冀叶军 樊 霞 周岩华
丁丽敏 陈志敏 陈鲜鑫

参著人员 (按姓氏笔画排序)

Barry P. Howard	马继强	王天飞	王建梅	
王春阳	付京杰	刘 杰	刘清神	
吕宗浩	孙本柱	师 阳	许 久	闫庆国
吴万灵	张 军	张俊楠	李 庆	李 俊
李 洋	李秀梅	李祥明	杨 凡	杨 洁
杨正楠	杨洪海	杨培龙	汪迎春	谷 旭
邹连生	陈 靓	陈宝江	易 哲	侯英杰
姚 婷	赵 明	赵 雷	闻治国	殷 军
秦 华	秦永林	袁 方	崔 巍	黄华隆
谢秀兰	潘渝锋	冀少波		

资助项目及单位

1. “农业农村部宠物饲料（食品）质量安全预警监测”项目
2. “十三五”国家重点研发计划（2016YFF0201802）“特种饲料质量控制与评价标准与标准样品研究—宠物挤压膨化饲料生产质量控制与评价技术研究”
3. 中国农业科学院科技创新工程
4. 中国农业科学院饲料研究所新型饲料资源研究与利用创新团队
5. 中国农业科学院饲料研究所宠物营养与食品课题组

前 言

随着我国经济的发展和居民生活水平的提高，宠物犬猫的饲养量不断增加，对宠物食品的需求也越来越大。据中国农业科学院统计，从2013年到2017年，全国宠物犬猫粮的年增长率达到30%，2018年产量超过了130万吨，产值约为400亿元。如今，宠物产业受到越来越多的关注和资本的追捧，预测未来10年会保持旺盛的增长态势。

由于宠物食品在我国尚属新兴产业，从事宠物犬猫营养和宠物食品加工领域研究的专业机构和人才十分缺乏，相关的科学研究和技术水平落后于发达国家，远不能满足当前我国宠物食品行业迅猛发展的需求。

目前我国还没有一本综合性论述宠物营养与食品加工的书籍，鉴于此，我们邀请农业农村部起草《宠物饲料管理办法》的专家，组织中国农业科学院和中国农业大学长期从事宠物营养研究的科技工作者，联合国内宠物食品企业的生产技术人员和宠物食品加工设备的制造商一起，著写了《宠物营养与食品》这本书，奉献给广大读者。

对于我们著写人员来说，这是一份充满爱心和耐心的工作。我们希望《宠物营养与食品》一书可以为宠物食品工业提供参考。在这里我要再次感谢江苏华丽食品机械股份有限公司、扬州牧羊唯美自动化控制有限公司、江苏丰尚智能科技有限公司美国研究院、华兴宠物食品有限公司、烟台中宠食品股份有限公司、上海比瑞吉宠物用品股份有限公司、上海福贝宠物用品有限公司、上海耐威克宠物用品有限公司、成都好主人宠物食品有限公司、海大宠物食品（威海）有限公司、江苏疯狂小狗宠物用品有限公司、乖宝宠物食品集团有限责任公司、北京开元爱宠食品有限公司、怀来安贝宠物食品有限公司、佛山市雷米高动物营养保健科技有限公司、山东帅克宠物用品有限公司、邢台美神宠物食品有限公司、蛙牌宠物（湖北）股份有限公司、上海味翼邦生物技术有限公司、石家庄宝龙迪宠物蛋白饲料有限公司和山东新探索宠物用品有限公司在本书著写过程中提供的大力支持和热心帮助。

由于宠物营养与食品的研究工作在我国处于起步阶段，可参考的文献和资料较少，加之著写人员水平有限，难免遗漏和不足之处，恳请专家和读者赐教指正。我们欢迎任何有创意的意见和建议来帮助我们将来修订和更新版本，请随时与我们通过 E-mail 联系，wangjinqun@caas.cn。

著者

2018年12月

目 录

第一篇 宠物犬猫营养学

第一章 犬猫营养学基础理论	(3)
第一节 犬猫的营养消化生理	(3)
第二节 犬猫基础营养学	(5)
第二章 犬猫蛋白质与氨基酸营养	(7)
第一节 蛋白质与氨基酸营养	(7)
第二节 蛋白质的消化、吸收和代谢	(9)
第三节 蛋白质需要量和营养价值评定	(12)
第四节 氨基酸的营养	(14)
第三章 犬猫水与碳水化合物营养	(21)
第一节 水与犬猫营养	(21)
第二节 碳水化合物营养	(24)
第四章 犬猫脂类与能量营养	(31)
第一节 脂类的营养	(31)
第二节 能量营养	(37)
第五章 犬猫维生素与矿物质营养	(46)
第一节 维生素营养	(46)
第二节 矿物质元素营养	(58)
第三节 常量元素	(60)
第四节 微量元素	(64)

第六章 宠物食品原料与配方	(69)
第一节 宠物食品原料	(69)
第二节 宠物食品添加剂	(85)
第三节 宠物食品风味剂及适口性	(89)
第四节 宠物食品犬猫粮配方	(93)

第二篇 宠物食品生产设备与工艺

第一章 宠物食品生产设备与工艺	(99)
第一节 粉碎与自动配料设备与工艺	(99)
第二节 混合设备与工艺	(117)
第三节 挤压膨化设备与工艺	(130)
第四节 干燥设备与工艺	(145)
第五节 喷涂和包装设备与工艺	(155)
第六节 半固态(罐头)宠物粮设备与工艺	(181)
第二章 宠物食品工厂的工艺设计	(198)
第一节 宠物食品生产流程工艺设计	(198)
第二节 宠物食品工厂整体工艺设计	(202)
第三节 宠物犬猫粮工厂设计实践中的关键控制点	(206)
参考文献	(211)

第一篇

宠物犬猫营养学

第一章 犬猫营养学基础理论

第一节 犬猫的营养消化生理

犬和猫经过长期的驯养进化，犬变成以肉食为主的杂食动物，猫仍属完全肉食动物。犬和猫的消化器官由消化道和消化腺组成（图 1-1-1，图 1-1-2），消化道主要由口腔、咽腔、食管、胃、小肠、大肠和盲肠组成；犬和猫消化道除了长度不同，其他方面较相似。消化腺有唾液腺、胰腺、肠腺、胆囊和肝脏等。消化过程是物理消化、化学消化和微生物消化的综合结果。

一、消化道

1. 口腔

消化过程从口腔开始，犬猫唾液腺发达，咀嚼食物时，唾液腺分泌大量的唾液，除了润滑口腔、食道和湿润食物之外，唾液中的溶菌酶具有杀菌和清理口腔的作用。犬和猫唾液中缺乏淀粉酶，在口腔中没有对淀粉的消化过程。猫进食时不像犬那样直接吞咽，而是把食物切割成小碎块再吞食。

2. 胃

犬和猫的胃通过分泌胃酸、胃蛋白酶和脂肪酶对食糜进行消化，犬胃液中的盐酸含量非常高，居家畜之首。犬胃中 pH 值一般为 1~2，猫胃中 pH 值平均为 2.5。

3. 肠道

犬的消化道相对较短，肠管的长度是体长的 3~5 倍（牛羊是 7~10 倍，人是 8~10 倍，猪是 13 倍），由于肠道蠕动快，食物在肠道内停留时间短，整个排空时间是 12~14 小时，所以犬常有饥饿感。干粮的排空速度要低于湿粮；日粮中可溶性纤维素含量越高，排空速度越快；犬的盲肠和身体的比值小于猪，大于猫，进化的角度证明犬更适合于杂食。犬猫对食物进行酶的消化主要在小肠，由于腺体发达，消化液中蛋白酶和脂肪酶含量丰富，肝脏功能强大，胆汁分泌旺盛，因此犬猫对食物中的蛋白质和脂肪的消化吸收能力相对较强。犬的回肠和十二指肠微生物数量低于 10^4 菌落单位/毫升，在回肠和结肠结合处达到 10^6 菌落单位/毫升；猫小肠中含有更高浓度的微生物，十二指肠的细菌总数达到 10^8 菌落单位/毫升。

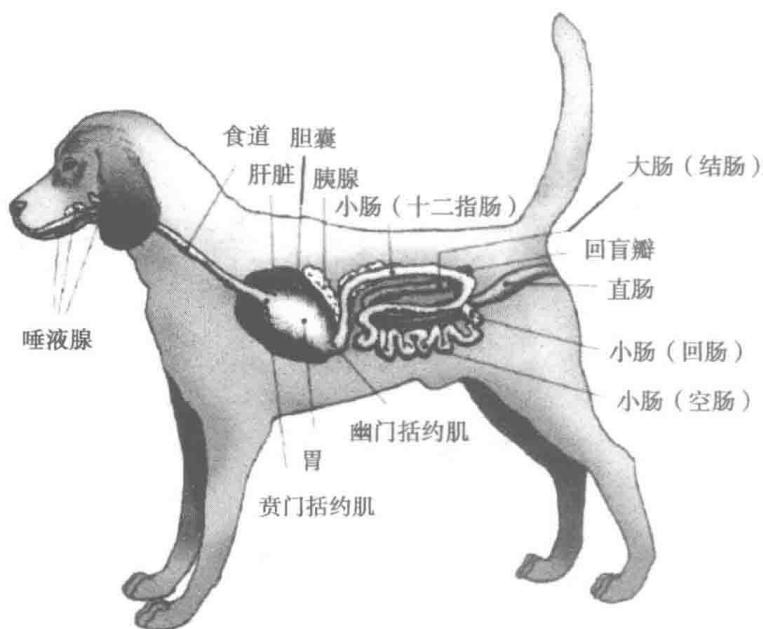


图 1-1-1 犬的消化道图示

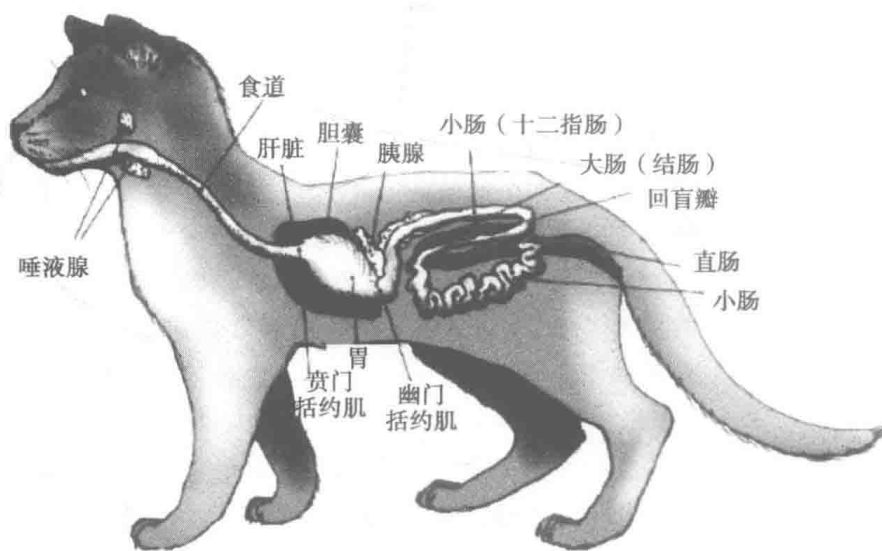


图 1-1-2 猫的消化道图示

小肠微生物发酵产生短链的脂肪酸 (SCFAs)，能够维持肠道健康；研究证明，低聚果糖 (FOS) 和甘露寡糖 (MOS) 可以促进肠道有益微生物的增长，防止有害微生物定殖，从而维持犬猫肠道的健康。相对而言，犬猫大肠和盲肠不但细菌数量少，而且种类也少，因此，人能很好适应更换食物，而犬猫则不能，它们需要逐步换食，否则消化道微生物极易发生紊乱引起腹泻。

二、味觉

犬舌头乳头味蕾较少，对味觉的敏感度相对人要低；通常，犬和猫对氨基酸、不同类型的有机酸和核苷酸有非常高的敏感度，这些都是动物组织中含量丰富的有机物；咸味对犬和猫都有很强的诱食作用，对犬的作用要强于猫；犬和猫的味觉区别在于甜味，犬对甜味有特别的喜好，研究表明，有一个编码甜味受体的基因在猫的舌头上没有表达，因此，猫对甜味不敏感。但是要注意不能给犬喂食巧克力，以防止可可碱中毒。猫对奎宁、鞣酸、生物碱类的苦味敏感；相反，犬对苦味是排斥的；犬和猫的这种味觉差别也反映出犬是杂食性，猫偏肉食性。

第二节 犬猫基础营养学

一、基础知识及名词概念

宠物营养：是研究宠物摄入、利用营养物质的全过程以及营养物质与宠物生命活动相互关系的科学。

食物中的有效成分能够被有机体用以维持生命、生长、繁殖的一切化学物质，称为营养物质或营养素、养分。犬和猫的基本营养素有蛋白质、碳水化合物、脂类、维生素、矿物质和水。

宠物饲料是指经工业化加工、制作的供宠物犬、猫食用的产品，也可称为宠物食品。包括宠物配合饲料、宠物添加剂预混合饲料和其他宠物饲料。

宠物配合饲料是指为满足宠物不同生命阶段或者特定生理、病理状况下的营养需要，将多种饲料原料和饲料添加剂按照一定比例配制的饲料，单独使用即可满足宠物全面营养需要。

宠物添加剂预混合饲料是指为满足宠物对氨基酸、维生素、矿物质微量元素、酶制剂等营养性饲料添加剂的需要，由两种（类）或者两种（类）以上的营养性饲料添加剂与载体或者稀释剂按照一定比例配制的饲料。产品可用于加工宠物配合饲料，也可用于宠物直接食用。宠物添加剂预混合饲料使用的载体或者稀释剂品种由国务院农业行政主管部门规定。

其他宠物饲料是指由几种饲料原料或者饲料添加剂按照一定比例配制的饲料，用于实现奖励宠物、与宠物互动或者刺激宠物咀嚼、撕咬等目的，也叫宠物零食。

本书中“宠物食品”“宠物饲料”“饲料”“犬猫粮”“日粮”5个名词通用，本书中“宠物”特指“犬和猫”。

二、宠物食品中的营养要素

宠物食品中概略养分有水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分、粗纤维和无氮浸出物。

1. 水分

宠物食品中的水分为游离水与结合水，游离水是指存在于细胞间，与细胞结合不紧密，容易挥发的水；结合水是指与细胞内的亲水胶体物质结合紧密，不容易挥发的水；宠物食品除去游离水称作风干物质，除去结合水和游离水称作绝干物质，也叫干物质(DM)。DM% = 100% - 总水分%，通常的营养成分含量都以干物质为基础。

2. 粗蛋白质 (crude protein, CP)

通常所说粗蛋白质是指日粮所有含氮化合物的总称。宠物食品中的粗蛋白质是用凯氏定氮法测定的。一般情况下，粗蛋白质中的含氮量为16%，所以凯氏定氮法测定的总氮量除以16%（或乘以6.25）即得到宠物食品中的粗蛋白质。

宠物食品中的粗蛋白包含真蛋白氮和非蛋白氮，非蛋白氮中包括游离氨基酸、硝酸盐、胺和激素等。

3. 粗脂肪 (ether extract, EE)

粗脂肪是宠物食品、动物组织、动物排泄物中脂溶性物质的总称。常规犬猫粮分析是用乙醚浸提样品所得的物质，故称为乙醚浸出物。粗脂肪包括真脂肪和其他脂溶性物质（色素、维生素、有机酸、叶绿素等）。

4. 粗纤维 (crude fiber, CF)

粗纤维是植物细胞壁的主要组成成分，包括纤维素、半纤维素、木质素及果胶等。是犬猫粮样品在1.25%稀酸、1.25%稀碱各煮沸30分钟后所剩余的不溶解的碳水化合物。纤维素是 β -1, 4-葡萄糖聚合而成的同质多糖，半纤维素是葡萄糖、果糖、木糖、甘露糖和阿拉伯糖等聚合而成的异质多糖。粗纤维在促进宠物肠道蠕动，维持肠道微生物区系稳定等方面发挥作用。

5. 粗灰分 (ASH)

粗灰分是宠物食品、动物组织、动物排泄物样品在550~600℃高温炉中将所有有机物质全部氧化后剩余的残渣，主要为矿物质氧化物或盐类等无机物质，有时还含有少量的泥沙。

6. 无氮浸出物 (nitrogen free extract, NFE)

无氮浸出物是宠物食品有机物质中的无氮物质除去脂肪、粗纤维、粗灰分外的部分，包括单糖、双糖和淀粉等可溶性多糖的总称。无氮浸出物除含有碳水化合物外，还包括水溶性维生素等其他物质。

计算方法：NFE% = 100% - (水分 + 粗灰分 + 粗蛋白质 + 粗脂肪 + 粗纤维)%

第二章 犬猫蛋白质与氨基酸营养

第一节 蛋白质与氨基酸营养

蛋白质是生命的物质基础。构成蛋白质的基本单位是氨基酸，氨基酸的数量、种类和排列顺序的变化，组成了各种各样的蛋白质，不同的蛋白质具有不同的结构和功能。动物在生长发育过程中需要不断从自然界获得蛋白质。

一、蛋白质的概念和基本结构

蛋白质源于希腊字“proteios”，意为“基本的，第一重要的”，它参与大部分与生命有关的化学反应。动物组织和器官在其生长和更新过程中，必须从食物中不断获取蛋白质，用于合成自身的蛋白质。

(一) 蛋白质概念

蛋白质是氨基酸通过肽键、氢键等形成的复杂的具有三维立体结构的大分子聚合物。

蛋白质的组成元素有碳、氢、氧、氮、硫、磷、铁、铜、碘等元素。

碳(%)：51.0~55.0，氧(%)：21.5~23.5，氮(%)：15.5~18.0

氢(%)：6.5~7.3，硫(%)：0.5~2.0，磷(%)：0~1.5

不同原料中粗蛋白的含氮量是不一样的，平均为16%（表1-2-1）。

表 1-2-1 不同原料蛋白质的换算系数

饲料名称	蛋白质含氮量 (%)	换算系数	饲料名称	蛋白质含氮量 (%)	换算系数
玉米	16.0	6.25	全脂大豆粉	17.5	5.72
小麦粉	17.2	5.83	向日葵饼	18.9	5.30
麸皮	15.8	6.31	花生	18.3	5.46
燕麦	17.2	5.83	乳及乳制品	15.9	6.28

（二）蛋白质结构

一级结构：是指蛋白质肽链中氨基酸的排列顺序，氨基酸的测序就是测定蛋白质的一级结构。

高级结构：肽链在空间上的排列、分布和走向，包括二级结构（肽链依靠氢键在空间的卷曲）、三级结构（肽链在二级结构的基础上进一步卷曲折叠）和四级结构（大分子蛋白质亚基间的立体排布）。

（三）氨基酸的化学结构和构型

氨基酸是组成蛋白质的基本单位，这些氨基酸按种类、数量和排列顺序构成各种各样的蛋白质。

氨基酸的化学结构：1个短链羧酸的碳原子上结合1个氨基。

氨基酸具有两性电离特征，在不同pH值溶液中可以解离为阳离子、阴离子或两性离子，不同氨基酸具有不同等电点。除甘氨酸外，其他氨基酸都有不对称碳原子，具有D-型和L-型两种旋光异构体。动植物体内蛋白质中的氨基酸都是L-型的，化学合成的氨基酸多为D、L型混合物。D-型蛋氨酸可以通过异构酶转化为L-型参与体内蛋白质的合成，二者具有相同的生物学效价。对于其他大多数氨基酸来说，由于缺乏相应的异构酶，D-型氨基酸不能被动物利用或利用率很低。

（四）氨基酸的连接和肽

肽（peptide）：一个氨基酸分子的 α -羧基可以与另一个氨基酸分子的氨基结合，失去一个水分子，形成肽。

小肽（small peptide）：由2个氨基酸分子缩合而成的肽，称二肽；含3个、4个、5个氨基酸的肽分别称为三肽、四肽、五肽，小于10个氨基酸的肽称为小肽。

多肽（polypeptide）：由大于10个小于50个氨基酸残基通过肽键彼此连接成多肽。

二、蛋白质的营养作用

（一）构成机体组织器官的基本成分

宠物的肌肉、神经、结缔组织、腺体、精液、皮肤、血液、毛发等都是蛋白质为主要成分，起着传导、运输、支持、保护、链接、运动等多种功能。肌肉、肝、脾等组织器官的干物质含蛋白质80%以上，食物蛋白是唯一可用于形成宠物体蛋白的来源。

（二）机体内功能物质的主要成分

是机体内起催化作用的酶，激素、免疫抗体、承担养分和氧的运输、维持渗透压和水分正常分布的功能性物质的主要成分。

（三）组织更新修补的主要原料

宠物新陈代谢过程中，组织和器官的更新、损伤组织的修补都需要蛋白质，据同位素测定，宠物全身蛋白质6~7个月可更新一半。