

动物营养与免疫概论

张海文 管庆丰◎著



中国农业科学技术出版社

动物营养与免疫概论

张海文 管庆丰◎著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

动物营养与免疫概论 / 张海文, 管庆丰著. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2018.4

ISBN 978-7-5116-3598-3

I. ①动… II. ①张… ②管… III. ①动物营养—营
养学—概论②动物学—免疫学—概论 IV. ①S816
②S852.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 062509 号

责任编辑 李冠桥

责任校对 贾海霞

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) 82109704 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106625

网 址 <http://www.castp.cn>

经销者 各地新华书店

印刷者 北京建宏印刷有限公司

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 12.5

字 数 222 千字

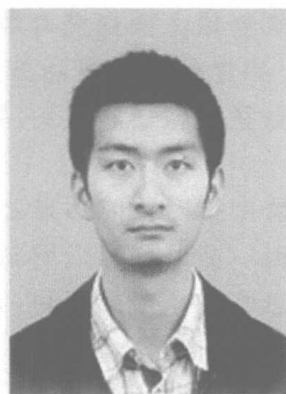
版 次 2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 次印刷

定 价 50.00 元

版权所有·侵权必究

作者简介

张海文,男,博士毕业于浙江大学,研究方向为动物营养与免疫。博士期间主要围绕抗菌肽介导先天免疫和后天免疫的功能与机制,以及抗菌肽对肠上皮屏障功能的保护作用及其机制开展研究。相关研究成果已相继发表于免疫学领域(《The Journal of Immunology》)及药剂学领域(《Molecular Pharmaceutics》)的权威杂志。熟悉掌握抗菌肽的重组表达及其纯化技术,微生物分离鉴定、药物的活性筛选及相关机制研究、细胞培养和分子生物学研究、组织切片与免疫组化的相关试验技术,目前已发表 SCI 论文 13 篇,核心期刊 10 篇。



管庆丰,男,博士毕业于中国农业科学院,研究方向为动物疫苗研发与抗体制备。在对大肠杆菌的外膜蛋白生物信息学分析方面具有丰富的经验,筛选并确定了大肠杆菌共有的外膜蛋白 OmpA, BamA 和 TolC 蛋白的序列,利用毕赤酵母克隆并重组表达该三种外膜蛋白,摸索出一套针对外膜蛋白纯化及复性的方法。将复性的外膜蛋白免疫小鼠,获得高亲和力的抗血清,并对其免疫特性及免疫保护进行测定。此外,其针对外膜蛋白 OmpA 的抗原表位制备获得了单克隆抗体,并已取得与大肠杆菌具有高亲和力的细胞株及抗体可变区序列,相关研究成果已发表 SCI 论文 8 篇。



前 言

近年来,我国畜牧业生产发展迅速,畜牧业正以前所未有的速度影响着农民的生活和生产方式发生改变。本书主要从动物营养和免疫两个角度来说明如何用更加科学的方法培育出健康的动物和享受高品质的动物食品。力争做到既能反映学科和生产发展的新成就和现实需要,又把握好应用型技术人才的知识水平和技能要求。

一方面,本书从动物营养的角度指出动物摄取、消化、吸收利用饲料中营养物质的全过程,这是一系列化学、物理及生理变化的过程。它是动物一切生命活动(生存、生长、繁殖、产奶、产蛋、免疫等)的基础,可以说整个生命过程都离不开营养。

另一方面,免疫学的发展可以说是突飞猛进,尤其是 20 世纪 70 年代以来,关于免疫学理论的新成果和实验方法层出不穷,而其中的一些概念更是在新环境下得到更新,如在 T 细胞抗原受体的本质及其基因结构、抗体的基因结构与多样性的遗传控制、免疫细胞 CD 抗原的本质及在免疫应答中的作用、MHC 分子参与的免疫识别与限制性、细胞因子、免疫调节、基因工程抗体以及免疫血清学技术等方面都有新概念提出。如今,免疫学可以说是一门发展快、渗透性强而且最富有生命力的生物学科,其在各个生物学科中的应用的同时也巩固了自身在生命科学研究中的地位。

本书从营养和免疫两个角度展开分析,在此基础上形成了一门相互交叉的新兴学科,只是还处于雏形期,一些学科理论还尚不成熟,需要进一步的研究和完善。本书共分为 8 章,分别是绪论、动物营养素与免疫调控、非营养性饲料添加剂与免疫、抗菌肽与畜禽肠道健康、动物的抗感染免疫、动物的疫苗与免疫预防、免疫营养学研究技术、畜禽疫苗设计与抗体工程等,全书语言通俗易懂,重点放在实现免疫学技术的科学性、前瞻性、实用性的有机统一,培养阅读兴趣。

本书在编写过程中得到了本行业专家和学者的热心帮助和支持,另外还借鉴和参考了国内外同行的一些观点和资料,在此一并表示感谢。由于时间仓促和作者水平的限制,书中难免有疏漏之处恳请专家学者们批评改正。

作 者

2017 年 12 月

目 录

前言	(1)
第一章 绪论	(1)
第一节 动物营养学基本原理	(1)
第二节 动物的营养生理	(12)
第三节 动物的免疫概念	(16)
第四节 动物免疫的发展	(18)
第二章 动物营养素与免疫调控	(22)
第一节 脂肪酸与免疫调控	(22)
第二节 氨基酸与免疫调控	(24)
第三节 维生素与免疫调控	(26)
第四节 类维生素与免疫调控	(29)
第五节 微量元素与免疫调控	(32)
第六节 营养物质间的互作网路	(40)
第三章 非营养性饲料添加剂与免疫	(44)
第一节 寡糖与免疫	(44)
第二节 多糖与免疫	(48)
第三节 益生菌与免疫	(51)
第四节 植物多酚与免疫	(56)
第五节 抗菌肽与免疫	(60)
第四章 抗菌肽与畜禽肠道健康	(61)
第一节 抗菌肽的研究历史	(61)
第二节 抗菌肽的生物学功能及其作用机制	(69)
第三节 抗菌肽与肠道炎症疾病的关系与保护	(81)
第四节 抗菌肽与脓毒血症	(86)
第五章 动物的抗感染免疫	(92)
第一节 非特异固定性免疫与特异性免疫	(92)
第二节 适应性免疫	(106)
第三节 抗各类病原生物体的免疫	(118)
第六章 动物的疫苗与免疫预防	(134)
第一节 主动免疫与被动免疫	(134)

第二节	人工免疫系统	(138)
第三节	疫苗免疫接种	(151)
第四节	免疫失败	(157)
第七章	免疫营养学研究技术	(161)
第一节	动物免疫反应评估	(161)
第二节	动物免疫营养研究总体设计	(162)
第三节	动物免疫营养研究试验方法	(162)
第四节	免疫学关键技术	(166)
第八章	畜禽疫苗设计与抗体工程	(173)
第一节	大肠杆菌研究现状	(173)
第二节	外膜蛋白研究进展	(177)
第三节	大肠杆菌疫苗及抗体研究	(178)
第四节	抗体工程研究进展	(182)
第五节	存在的问题,解决方案与技术路线	(184)
参考文献		(188)

第一章 绪论

动物必须不断地从饲料中摄取各种营养物质,才能维持自身的生命活动,进而生产畜产品,满足人们的需求。本章重点阐述了动物体与饲料的化学组成和动物对饲料的消化两部分内容。

第一节 动物营养学基本原理

一、蛋白质与动物营养

蛋白质是一种复杂的高分子有机化合物,它是体现生命现象的物质基础,一切生命活动均与蛋白质密切相关。因此,蛋白质在动物机体生命活动过程中具有特殊而重要的作用。

(一)蛋白质的营养生理功能

蛋白质是一类总称,主要是由氨基酸组成的。通常所讲的饲料蛋白质包括真蛋白质和非蛋白含氮物。蛋白质的营养功能主要体现在以下几个方面:它是构成动物体的根本组成物质;它是更新组织细胞的特定物质;调节机体功能;能量供体和遗传物质的载体。

(二)蛋白质的不足及过量的危害

1. 蛋白质不足的后果

如果日粮中蛋白质含量不足的话,将会给禽畜的健康及生产带来一定的不良影响。

(1)消化机能减退。日粮中蛋白质不足时,最直接的影响就是消化道黏膜及消化腺体组织的新陈代谢作用,从而导致消化液分泌失常,消化功能紊乱。

(2)生长迟缓。幼龄生长禽畜蛋白质不足,使机体蛋白质合成、沉积减少或无沉积,从而导致生长速度降低或生长迟滞,骨骼生长受阻。成年动物由于蛋白质供给不足会导致体重减轻。

(3)导致生产水平下降。禽畜的各种产品都含有丰富的蛋白质。如果禽畜得不到足量的蛋白质供给,在很大程度上会影响其生产性能,从而导致生

产水平和产品品质降低。

(4)繁殖机能障碍。如果动物蛋白质摄入不足,会直接影响到繁殖能力的发展,严重的甚至会对胚胎的发育造成不良影响。

(5)抗病力下降。禽畜体内蛋白质不足的话会降低血液中免疫球蛋白的生成能力,从而使机体免疫力下降,不利于生长。

2.蛋白质过量的危害

不仅是蛋白质摄入过量会给禽畜带来一定的副作用,任何营养物质过量都是对身体不好的。其中,蛋白质过量的危害主要表现为氮代谢障碍,肝脏损伤,严重的可能会导致机体中毒。从另一个角度来说,过量添加蛋白质也会对饲料造成浪费。因此,必须合理、适量地供给禽畜蛋白质营养才是生产之道。

二、碳水化合物与动物营养

碳水化合物作为一类有机化合物,在自然界的分布是非常广泛的。它在植物体组织中的含量很高,相对在动物体内的含量就少一些。只不过碳水化合物具有来源丰富、低成本的优势,因此成为动物生产中不可缺少的能源。下面主要来介绍碳水化合物的组成与性质以及营养功能。

(一)碳水化合物的组成与性质

在生物化学中经常会用涉及“糖类”这一概念,其实我们可以将其视为碳水化合物的同义语来看待。在常规营养分析中,碳水化合物包括无氮浸出物和粗纤维两大类。

1.无氮浸出物

无氮浸出物通常指的是饲料中所含有机物除去含氮物质、脂肪和纤维性物质以外的单糖、双糖和多糖类(淀粉类)等物质的总称,也可以称为可溶性碳水化合物。动物对无氮浸出物的消化吸收和利用率很高,为动物提供所需能源,而暂时不能被利用的剩余部分会以体脂的形式储存起来,以备需要的时候利用。

2.粗纤维

粗纤维通常是指植物性饲料中那些不利于动物消化的一系列化合物,其特点主要是不溶于水、烯酸和稀碱,下面以纤维素、半纤维素、果胶等为例进行说明。

(1)纤维素。纤维素是植物细胞壁的主要构成部分,是天然有机物中存在数量最多的化合物。动物消化液中本身是不含有分解纤维素的酶物质的,但是瘤胃和大肠内的一些微生物,如细菌、霉菌等都具有分泌纤维分解酶的

作用,这些微生物的存在很大程度上帮助了反刍动物对营养物的消化吸收。

(2)半纤维素。半纤维素同样是植物细胞壁的组成部分之一,在植物体内通常是和纤维素共同存在的,在植物的木质化部分存在量较大,是己糖和戊糖的混合聚合物。动物消化酶对它作用不大,主要受瘤胃微生物的影响,因此在研究粗饲料加工和利用方面,半纤维素是不能忽视的部分。

(3)果胶。果胶是存在于细胞间或细胞壁内的纤维物质的间隔中的一种胶体物质,在植物细胞壁中所占比例很大。经研究发现,一方面,果胶中有一部分可溶解于草酸溶液中,这种可溶性的果胶是瘤胃细菌的良好营养液,几乎全部都被发酵利用,但如果不是反刍动物,那么肠道细菌对果胶的利用率就相对降低了。另一方面,一部分果胶是和木质素等纤维物质紧密地结合在一起的,它不溶于草酸溶液,这部分果胶很少能被消化和吸收。

(二)碳水化合物的营养功能

1.碳水化合物构成了体组织

碳水化合物是构成细胞的主要物质,参与多种生命过程,对组织的生长调节有着非常重要的作用。例如,透明质酸在软骨中起结构支持作用;糖脂是神经细胞的主要成分,对传导突触刺激冲动,促进溶于水中的物质通过细胞膜有重要作用;糖蛋白是细胞膜的成分,并因其多糖部分的复杂结构而与多种生理功能有关。

2.碳水化合物是供给动物能量的源泉

动物维持生命活动和从事生产活动都需要以饲料提供的能量作为支撑,其中将近80%是通过碳水化合物提供的,特别是葡萄糖是供给动物代谢活动的最直接营养素。葡萄糖是大脑神经系统、肌肉、脂肪组织、胎儿生长发育、乳腺等代谢的唯一能源。葡萄糖如果供给不足,会严重影响动物的正常机体功能,严重时甚至可能引起死亡。体内代谢活动需要的葡萄糖可以通过胃肠道吸收和由体内生糖物质转化而来两个途径获得:一是通过胃肠道吸收;二是由体内生糖物质转化而来。一般来说,非反刍动物主要通过第一种获得,反刍动物主要依靠的是第二种。

3.碳水化合物是机体内能量的储存物质

碳水化合物除了保证动物体内正常的能量供给外,剩余部分还可以转化为糖原和脂肪储存起来,以为妊娠期补充能量,只不过不同种类动物间的存储转化量是有所区别的。

4.碳水化合物在动物产品形成中的作用

母畜在哺乳期的时候,碳水化合物也是合成乳脂肪和乳糖的原料。试验证明,乳脂肪约有一半以上在碳水化合物的基础上合成的。碳水化合物进入

非反刍动物乳腺主要用来合成奶中必要的脂肪酸,葡萄糖也可作为合成部分非必需氨基酸的原料。

三、脂肪与营养物质

脂肪是一种化合物,主要存在于动植物的组织中,不溶于水,但易溶于有机溶剂。它具有很高的能量价值,是动物营养中重要的一类营养素,而且种类繁多,化学组成多样。

(一)脂肪的基本构成

动植物体组织中均含有脂肪,除少数复杂的脂肪外,均由碳、氢、氧三种元素组成。根据其结构的不同,一般分为真脂肪与类脂肪两大类。其中由于真脂肪的特殊构造(由 1 分子甘油和 3 分子脂肪酸构成),因此又称为甘油三酯。

(二)脂肪的营养生理作用

1.脂肪是动物体组织的重要成分

动物各个组织器官均含有脂肪,大部分是卵磷脂、脑磷脂和胆固醇。细胞膜和细胞质中也都含有脂肪,多属于磷脂类。因此,脂肪是动物生产和修补动物体组织所不可缺少的物质。

2.脂肪是供能物质

脂肪的主要功能是供给动物热能。脂肪含有很高的能量,在体内经过氧化所释放的能量,是同等重量碳水化合物或蛋白质的 2.25 倍,因此将脂肪作为能源物质就显得很有必要。

脂肪虽然体积小但蕴藏的能量却很多,是动物体储存能量的最佳形式。例如,动物体皮下、肠膜、肾周围及肌肉间储存的脂肪,往往在饲养条件恶劣时发挥作用。

刚出生的动物和婴儿的颈部、肩部及腹部具有一种特殊的褐色脂肪,可以说是颤抖生热的能量来源。

3.脂肪可以供给必需脂肪酸

在不饱和脂肪酸中,有这样一类脂肪酸称为必需脂肪酸,这是因为在动物体内不能完全合成或合成的数量很少不足以支撑所需,因此必须通过饲料供给。很长一段时间以来都认为,亚油酸、亚麻酸和花生四烯酸属于必需脂肪酸。但是后来的研究表明,亚油酸属于真正的必需脂肪酸,而花生四烯酸可以经过动物体内的亚油酸转化而来。

4.脂肪是脂溶性维生素的溶剂和载体

饲料中的脂溶性维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K,只有经过脂肪的溶解才能被消化、吸收和利用。例如,当鸡饲料中脂类含量为 0.07%时,胡萝卜素吸收率仅为 20%,而不断增加饲料中脂类含量,当达到 4%时,吸收率可迅速提高到 60%。

5.脂肪是畜产品的组成成分

肉、乳、蛋等畜产品中均含有一定数量的脂肪,如乳中通常含 1.6%~6.8%的脂肪,肉品中含 16%~29%的脂肪,一个鸡蛋中含 5%~6%脂肪。

6.脂肪对动物具有保护作用

脂肪传热作用较低,因此,皮下脂肪能够防止体热散失,在寒冷的季节有利于维持体温的恒定和抵御严寒侵袭,这对生活在水中的哺乳动物来说意义重大。存在于脏器周围的脂肪,具有固定和保护器官及缓和外力冲击的作用。高等哺乳动物皮肤中的脂类具有抵抗微生物侵袭,保护机体的作用。禽类尤其是水禽,尾脂腺分泌的油脂对羽毛的抗湿作用特别重要。

四、矿物质与动物营养

矿物质在动物营养中占有很大比例,目前已确认动物体组织中含有约 45 种矿物元素。但是并非动物体内的所有矿物元素都在体内有营养作用。后来随着科学技术的发展,发现越来越多的矿物元素对动物的正常生长和生产有重要作用,而矿物元素新的营养生理功能也在逐渐被发掘。

(一)动物体内的矿物元素

动物体内存在的部分矿物元素是动物生理过程和体内代谢必不可少的,这一部分就是营养学上常说的必需矿物元素。这类元素在动物体内具有重要的营养生理功能,参与体组织的结构组成和参与体内物质代谢。

必需矿物元素自身无法合成,必须依靠外界供给,如果不能及时补充,就会对身体机能的正常作用造成一定影响。

(二)必需矿物元素的分类

必需矿物元素按动物体内含量或需要不同,分为常量矿物元素和微量矿物元素两大类。常量矿物元素主要包括钙、磷、钠、钾、氯、镁、硫等 7 种。目前,研究显示必需的微量元素有铁、锌、铜、锰、碘、硒、钴、钼、氟、铬、硼等 12 种。

(三)矿物质的营养生理功能

矿物质包括不同的金属与非金属元素。这类元素在体内具有重要的营

养生理功能,矿物质(包括微量元素)的主要生理功能包括以下几个方面。

1.构成机体组织器官的组成成分

钙、磷、镁是构成骨骼和牙齿的主要成分;磷和硫是组成体蛋白的主要成分。

2.参与酶组成及其活性的调节

矿物质常常是酶的活化剂,如磷是辅酶 I、辅酶 II 和焦磷酸硫胺素酶的成分,铁是细胞色素酶等的成分,钙是凝血酶的激活剂等,借此参与调节和催化动物体内多种生化反应。

3.参与维持调节体内环境的平衡

钾是维持细胞内液渗透压恒定的因子,而维持细胞外液则主要靠钠和氯的作用。动物体内各种酸性离子(如 Cl^-)与碱性离子(如 Na^+ 、 K^+)之间保持适宜比例,配合重碳酸盐的蛋白质的缓冲作用,可维持体液平衡,从而保证动物的组织细胞进行正常的生命活动。

4.其他功能

例如,磷作为 ATP、ADP 及醇磷酸的组成成分,参与能量的贮存和释放。

综上所述,矿物质尤其是微量元素虽然在体内的含量很低,但是对动物的生长、健康、繁殖和生产能力均有重要作用。

五、维生素与动物营养

维生素是一类机体维持正常代谢和生理机能所必需的且需要量很少的低分子有机化合物。动物对维生素的需要量极微,但非常重要,如果禽畜维生素补充不足,其他养分再充足,同样会导致健康受损,生产性能降低。

(一)维生素的定义

关于许多维生素的生物学功能目前还没有彻底研究明白,而且也没有一个满意的而且被大家所接受的维生素的定义。维生素既不是动物体能量的来源,也不是构成动物组织器官的物质,但它是动物新陈代谢的必需参加者。它作为生物活性物质,在代谢中起调节和控制作用。

与其他养分相比,动物对维生素的需要量极微(通常以毫克计),而且可直接被动物完整地吸收。它作为养分利用的调节剂,可促进能量、蛋白质及矿物质等营养的高效利用。维生素的作用是特定的,不能被其他养分所替代,而且每种维生素又有各自特殊的作用,相互间也不能替代。动物缺乏维生素将导致机体代谢紊乱,对畜体健康和生产性能造成严重影响,甚至危及动物生命。

(二) 维生素的分类及特征

按照维生素的溶解性,可将维生素分为脂溶性维生素和水溶性维生素两大类。

1. 脂溶性维生素

包括维生素 A、维生素 D、维生素 E 和维生素 K。脂溶性维生素从饲料中获取,在消化道随脂肪一同被吸收,这类维生素还有以下一些特点,如图 1-1 所示。

(1) 不溶于水而溶于脂肪和大部分有机溶剂,脂溶性维生素的存在与吸收均与脂肪有关。

(2) 脂溶性维生素有相当数量贮存在动物体的脂肪组织中,如果动物吸收得多,那么最后在体内贮存得也多,只不过需要注意的是如果摄入量过多会引起中毒症状。

(3) 动物缺乏时一般与该维生素功能相联系,有特异的缺乏症。

(4) 未被动物消化吸收的脂溶性维生素,通过胆汁随粪便排出体外,但排泄较慢。过多会产生中毒症或者妨碍与其有关养分的代谢,尤其是维生素 A 和维生素 D₃。维生素 E 和维生素 K 的中毒现象在生产中很少见。

(5) 易受光、热、湿、酸、碱、氧化剂等破坏而失效。

图 1-1 脂溶性维生素的特点

2.水溶性维生素

包括 B 族维生素和 维生素 C,分子中除含有碳、氢、氧三种元素外,多数含氮,有的还含硫或钴,其特点如图 1-2 所示。

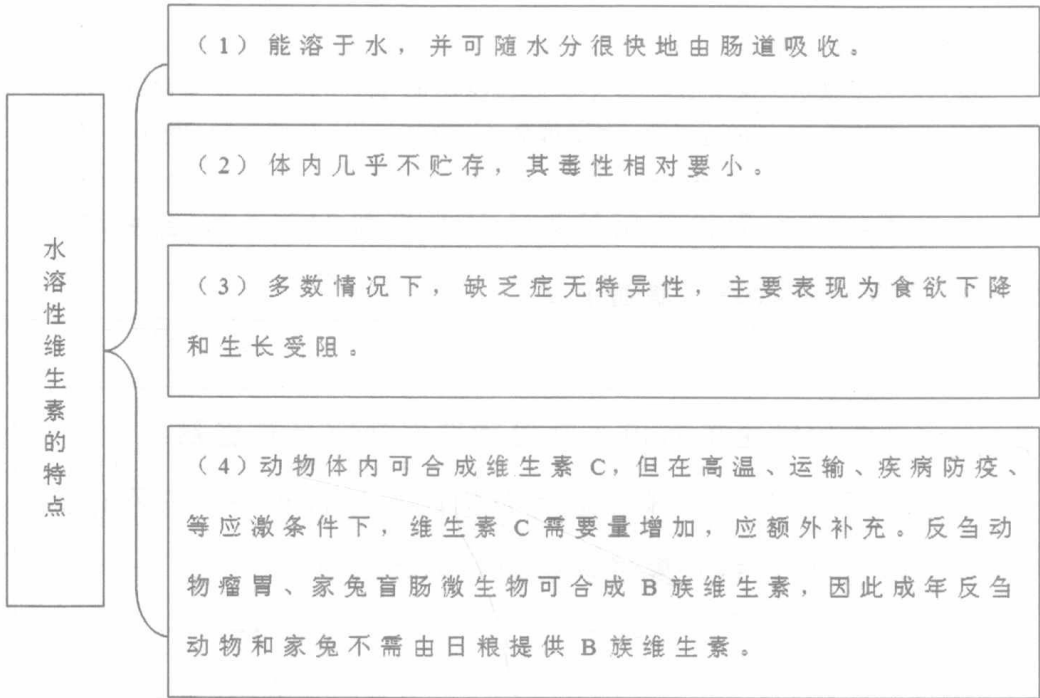


图 1-2 水溶性维生素的特点

(三)维生素的营养生理作用

1.调节机体代谢作用

维生素作为调节因子或酶的辅酶或辅基的成分,参与蛋白质、脂肪和碳水化合物的代谢过程,促进其合成与分解,实现代谢调控作用,从而维持禽畜健康和各种生产活动。

2.抗应激作用

现代养殖业中,禽畜面临着诸多应激因素的挑战。虽然可采取一些改善外部环境的措施,但效果有限并增加生产成本,通过应用抗应激营养物质加强动物自身抗应激能力是可行的抗应激手段之一。

维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 C 及烟酸等,均是影响动物免疫和抗应激能力的重要因素,尤其是维生素 C。添加烟酸可缓和奶牛泌乳早期能量负平衡的应激危害。仔猪断奶时,应激十分激烈,补充维生素 C,可使仔猪尽快适应环境,正常生长发育。高温条件下,蛋鸡饲料中添加 0.01%~0.04% 的维生素 C,不仅能消除蛋鸡对高温的不适,而且可提高产蛋率,并改

善蛋壳质量。

3. 激发和强化机体的免疫机能

几乎所有维生素都可提高动物的免疫机能,其中以维生素 A、维生素 D、维生素 K、维生素 B₆、维生素 B₂ 及维生素 C 的免疫功能最为明显。缺乏维生素 B₂ 和叶酸中的任何一种,都会造成细胞免疫和体液免疫的抑制。

饲料中高水平维生素 A(6×10^4 IU/kg)或维生素 E(300 IU/kg)均能增强机体对细菌感染的抵抗力,而用维生素 E 强化免疫系统可能更有效。目前,超量添加维生素是替代抗生素的有效办法之一。

4. 提高禽畜生产性能

提高种鸡日粮中维生素和微量元素的含量,即可增加鸡蛋中相应营养素的含量,有助于提高受精率、孵化率和健雏率。与动物繁殖性能有关的维生素有维生素 A、维生素 E、维生素 B₂、泛酸、烟酸、维生素 B₂、叶酸及生物素等。超量添加维生素已成为获取动物高产的有效措施,并证明超量添加维生素所增加的成本,远低于动物增产所增加的收入,因此,超量添加维生素也是提高养殖业经济效益的有效措施之一。

5. 改善动物产品品质

蛋鸡饲料中添加维生素 A、维生素 D₃ 与维生素 C 有助于改善蛋壳强度和色泽。在产蛋鸡饲料中添加高水平维生素,生产出“营养强化蛋”的方法已被生产所采用。研究表明,转移到鸡蛋中的维生素数量,在一定范围内取决于饲料中维生素的含量;适当的维生素组合(包括维生素种类与数量)添加在蛋鸡饲料中,可有效调节机体内生化反应,从而实现低胆固醇鸡蛋的生产。

6. 预防集约化饲养条件下的疫病

集约化生产使家禽生产性能不断提高,由于新陈代谢的加剧,肉鸡生产中常发生代谢疾病,如猝死综合征、腹水症、脂肪肝和腿病等,一般发生的是生长最快的鸡,目前仍没有很好的解决办法。添加高水平维生素具有一定的预防代谢疾病的作用。

六、水与动物营养

水对动物体来说是非常重要的生命支撑来源,动物体内含水量在 50%~80%。如果动物绝食,体内几乎全部脂肪会被消化掉,只不过体重减少 40% 或一般蛋白质较少时仍可以勉强维持生命体征。但是,如果动物体身体的水分消失量达到 10% 就会导致代谢功能紊乱,当这个数值达到 20% 时就可能引起死亡。鉴于此,科学认识水的营养生理作用,保证动物体足够的水分供应,对日常的禽畜喂养具有重要的指导作用。

(一)水的营养生理功能及缺乏的后果

1.营养生理功能

水的营养生理功能主要体现在这 5 个方面:①水是动物体内重要的溶剂;②水是各种生化反应的媒介;③水参与体温调节;④水是重要的润滑剂;⑤水可保持组织器官的形态。

2.身体缺水的后果

动物体内如果短期内缺水,会导致生产力下降,幼年动物生长受阻,泌乳母畜产奶量急剧下降,母鸡产蛋量迅速减少,蛋重减轻,蛋壳变薄。动物长期缺水,会损害健康。动物体内水分减少 1%~2%时,开始有口渴感,食欲减退,尿量减少,水分减少 8%时,出现严重口渴感,食欲丧失,消化机能减弱,并因黏膜干燥降低了对疾病的抵抗力和机体免疫力。严重缺水会危及动物的生命。长期水饥饿的动物,各组织器官缺水,血液浓稠,营养物质的代谢发生障碍,但组织中的脂肪和蛋白质分解加强,体温升高,常因组织内积蓄有毒的代谢产物而死亡。实际上,动物得不到水比得不到饲料更难维持生命,尤其是高温季节。由此可见,动物在生长过程中保证充足的供水是多么重要。

(二)动物体内水的来源与排泄

1.水的来源

动物体内的水可以通过 3 个途径来获得,即饮水、饲料水和代谢水。饮水是动物水的主要来源。一般饮用水要求水质良好,无污染,符合饮水水质标准和卫生要求,总可溶固形物浓度是检查水质的重要指标。

各种饲料中均含有水,但因种类不同,含水量差异很大,变动范围在 5%~95%。如青绿多汁饲料含水量较高,可达 75%~85%,而干粗饲料含水量较低,仅为 5%~12%。

代谢水是 3 种有机物在体内氧化分解和合成过程中所产生的水。氧化每克碳水化合物、脂肪、蛋白质,分别产生 0.6mL、1.07mL 和 0.41mL 的水。每 1 个分子葡萄糖参与糖原合成产生 1 个分子水。甘油和脂肪酸合成 1 个分子脂肪时,可产生 3 个分子水。 n 个分子氨基酸合成蛋白质时,产生 $n-1$ 个分子水。代谢水只能满足动物需水量的 5%~10%,代谢水对于冬眠动物和沙漠里的小啮齿动物的水平衡十分重要,它们有的永远靠采食干燥饲料为生而不饮水,冬眠过程中不摄食,不饮水仍能生存。

2.水的排泄

动物不断地从饮水、饲料和代谢过程中获取水分,并须经常排出体外,以维持体内水分平衡。其排泄途径有以下 3 种。