



本期要目：**猪的营养与免疫**
饲料分级和混合不均的控制与预防

霉菌毒素危害及控制
快大型肉鸡采食量计算公式

猪的营养与免疫

营养与疾病之间存在着非常密切的联系，动物的营养状况影响着机体的免疫功能和对疾病的抵抗力，机体的健康状况又影响着动物的营养需要模式。“营养免疫学”的诞生与发展为解决动物生产中的疾病问题提供了新的思路。

目前国内外关于猪的营养与免疫研究的热点主要有两大部分：(1) 营养素对猪免疫机能的影响；(2) 免疫状况对猪营养代谢和营养需要量的影响。

1 营养素对猪免疫机能的影响

对猪免疫功能有重要影响的营养素主要有蛋白质、氨基酸、脂肪、维生素和微量元素等。

1.1 蛋白质

在临床和试验方面，有关蛋白质营养与免疫的研究很广泛，得到的结论较为一致。蛋白质缺乏将会：(1) 降低机体抗感染能力和淋巴器官发育；(2) 降低细胞免疫功能；(3) 降低体液免疫功能；(4) 降低巨噬细胞的数量与活性。

1.2 氨基酸

氨基酸与免疫功能关系的研究主要集中在赖氨酸、含硫氨基酸、苏氨酸和支链氨基酸等几种必需氨基酸和谷氨酰胺。

1.2.1 赖氨酸

多数研究证明，赖氨酸缺乏并不降低动物机体的免疫反应。但也有部分试验发现赖氨酸影响机体免疫力。Kornegay 等发现，仔猪抗体对卵清蛋白的初级反应不受日粮赖氨酸水平的影响，但是添加赖氨酸后，机体对卵清蛋白的次级反应加强。

1.2.2 含硫氨基酸

含硫氨基酸在很大程度上影响动物的免疫功能及其对感染的抵抗力。淋巴细胞为蛋氨酸营养缺陷型细胞，不能利用同型半胱氨酸和胆碱合成蛋氨酸以补充蛋氨酸的不足。在免疫反应方面，半胱氨酸可达到蛋氨酸的 70%~80% 的效果。半胱氨酸及其衍生物还能调节淋巴细胞和巨噬细胞的功能，此外，它还作为 GSH 的组分，在解毒及保护细胞免受自由基危害上起着关键性作用。

1.2.3 苏氨酸

苏氨酸是动物免疫球蛋白分子中的一种主要氨基酸，缺乏苏氨酸会抑制免疫球蛋白和 T、B 细胞及其抗体的产生。采食高粱的初产母猪补饲苏氨酸，可防止血浆 IgG 含量减少，同时母猪自身合成的抗牛血清蛋白的抗体也高于对照组。

1.2.4 亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸

Gatnau 在仔猪日粮中添加过量 L-亮氨酸及其代谢产物 α -酮异己酸和 β -甲基丁酸，结果对仔猪的生产性能和免疫反应并不产生有害影响，但采食过高日粮亮氨酸的仔猪生产性能和体液免疫反应下降。

日粮中高水平的亮氨酸、低水平的异亮氨酸和缬氨酸对免疫功能具有抑制作用，添加异亮氨酸和缬氨酸能消除免疫抑制。因此，亮氨酸的免疫抑制作用可能是由于高水平的亮氨酸与异亮氨酸和缬氨酸相拮抗，造成异亮氨酸和缬氨酸缺乏所致。

1.2.5 谷氨酰胺

谷氨酰胺是肠上皮淋巴细胞的重要营养来源，且上皮淋巴细胞的增殖也需要谷氨酰胺。谷氨酰胺也是维持肠相关淋巴组织、分泌型 IgA 的产生和阻止细菌从肠的易位所必需的。此外，谷氨酰胺是精氨酸合成的前体，而精氨酸是一氧化氮合成的前体，一氧化氮是巨噬细胞活性和宿主防御的一个关键性的因素，因此谷氨酰胺与机体免疫具有密切的关系。

氨基酸影响免疫机能的机制：(1) 影响蛋白质的合成速率及类型、RNA 合成和抗体形成过程；(2) 氨基酸的药理作用；(3) 氨基酸的代谢产物影响免疫功能；(4) 氨基酸通过影响其它必需营养素的代谢间接影响免疫功能。

1.3 多不饱和脂肪酸 (PUFA)

大多数的研究表明，日粮中添加 ω -3PUFA 降低了动物的淋巴细胞转化率、自然杀伤细胞的活性和炎性细胞因子 (IL-1、IL-6、TNF) 的产生，这可在一定程度上解释 ω -3PUFA 对心血管疾病、自动免疫疾病或炎症的缓解作用。这些疾病的特点是免疫反应失控，从而产生过多

的炎性细胞因子，对机体造成损伤。 ω -3 和 ω -6PUFA 的平衡具有重要意义。

目前，有关对 ω -3PUFA 影响免疫的机理为：(1) 影响了细胞膜的脂肪酸组成，从而影响了细胞的流动性；(2) 改变了类二十烷酸的种类和数量；(3) 改变了细胞的信号转导系统；(4) 改变机体的脂质过氧化水平；(4) 影响免疫细胞的关键基因的表达，如细胞因子、粘附分子等的表达。

1.4 维生素

所有维生素都直接或间接地参与免疫过程，研究较深入的维生素主要有：维生素 A 和 β -胡萝卜素、维生素 E、维生素 D 和维生素 C。

1.4.1 维生素 A 和 β -胡萝卜素

维生素 A 是维持正常免疫功能的重要物质，严重缺乏或亚临床缺乏导致免疫功能紊乱。姜建阳研究表明，高剂量维生素 A 可提高仔猪细胞免疫功能，但对体液免疫功能无显著影响。

β -胡萝卜素除作为维生素 A 的前体物外，还具有自身独特的功能：(1) 抗氧化功能；(2) 促进辅助性 T 淋巴细胞增殖、使 NK 细胞上 IL-2 受体增加、诱导细胞毒性 T 细胞的活力。

1.4.2 维生素 E

VE 是一种生物抗氧化剂，可增强动物机体的免疫功能，具有免疫佐剂的作用。VE 在影响免疫功能方面与硒具有协同作用。饲料中添加 VE 可有效提高猪抗体生成量，向猪日粮中添加 100IU VE 提高了猪对大肠杆菌的血清学反应。

VE 影响免疫的机制：(1) 抗氧化功能；(2) 影响花生四烯酸代谢产物的合成；(3) 抑制前列腺素和皮质酮的生物合成。

1.4.3 维生素 C

VC 具有抗应激和抗感染作用，与机体免疫功能密切相关。赵君梅等人通过实验表明日粮中添加 VC 能提高血浆球蛋白含量和球/清蛋白比，改善仔猪免疫功能。

VC 通过四个途径影响免疫功能：(1) 影响免疫细胞的吞噬作用；(2) 降低血清皮质醇，改善应激状态；(3) 抗氧化功能；(4) 增加干扰素的合成。

1.4.4 维生素 D

VD 以活性形式 $1,25-(OH)_2-D_3$ 参与调节免疫功能：(1) 调节造血细胞、淋巴细胞生成细胞、骨细胞的增殖和分化，修饰 T、B 淋巴细胞活性；(2) 通过调节 IL-1、IL-2、IL-3、 α -TNF 以及免疫球蛋白修饰免疫反应；(3) 调节单核细胞、多形核巨噬细胞以及淋巴细胞由胸腺和脾脏向血液转移；(4) 调节体外单核白细胞的增殖和分化。

1.5 微量元素

研究比较深入的是锌、硒，其次是铜、铁、锰等。这五种元素的共同特点是起着生物抗氧化的作用。

1.5.1 锌

大量研究表明，锌对免疫系统的发育、稳定、调节有重要作用。缺锌导致免疫器官萎缩、免疫细胞减少和抗体水平下降。Miller 等观察了锌缺乏仔猪的免疫状况，胸腺重量显著下降，白细胞数量增加，但淋巴细胞在白细胞中的比例下降，带状中性细胞（一种未成熟的白细胞）的百分比升高。

锌与免疫有关的功能：(1) 是维持胸腺素活性的必需因子；(2) 与巨噬细胞膜 ATP 酶、吞噬细胞中 NADPH 氧化酶等的活性有关；(3) 细胞内的锌浓度对巨噬细胞的活力和噬中性白细胞的杀菌能力起决定性作用；(4) 是超氧化物歧化酶的辅助因子，具有抗氧化功能。促进外周血单核细胞产生肿瘤坏死因子。

(未完待续)

霉菌毒素危害及控制

霉菌毒素是谷物或饲料中霉菌生长所产生的二级代谢产物，这类有毒代谢产物常污染谷物及饲料。据统计，全世界每年有 25% 的谷物及饲料受到霉菌毒素的污染，给人类和动物健康带来严重威胁。美国 2002 饲料年度报告中首次将霉菌毒素仅次于二恶英列为威胁人类食物链的第二号危险因素。

霉菌毒素的危害已日益成为全世界极为关注的问题，霉菌毒素严重影响动物健康和生产性能，给畜牧养殖业带来极大经济损失。据估测，1992 年美国北卡罗莱纳州由于霉菌毒素所造成的损失为家禽 2 亿美元，猪 4 亿美元，奶牛 5 亿美元，肉牛 1 亿美元。我国是农业大国，农业每年因霉菌毒素的危害损失多达数十亿元。

1 霉菌毒素的危害

迄今为止，已经知道的霉菌毒素有 300 多种。其中影响及毒害较为严重的是黄曲霉毒素、烟曲霉毒素、赭曲霉毒素、玉米赤霉烯酮、T-2 毒素和呕吐毒素 (DON)。最近一系列研究发现，我国配合饲料样品中以上 6 种霉菌毒素的检出率达 75-90%，由此引发动物临床霉菌毒素疾病非常普遍。

霉菌毒素主要危害表现在免疫抑制、致癌致畸、肝肾毒性和繁殖障碍等。霉菌毒素对畜禽生产的影响通常是生产性能下降、内脏器官及繁殖机能受损、诱发多种疾病、采食量减少、饲料报酬下降等，具体症状在不同霉菌毒素和动物之间表现各异。

1.1 黄曲霉毒素 Aflatoxin (肝毒素，免疫抑制)

黄曲霉毒素由黄曲霉、寄生曲霉和软毛青霉产生，在畜禽饲料原料中普遍存在。黄曲霉毒素有四种主要形式：B1、B2、G1、G2，其中黄曲霉毒素 B1 最为普遍，生物毒性最强，攻击几乎所有动物肝脏细胞核（肝毒性）与细胞

DNA，破坏蛋白质合成，干扰肝肾功能，抑制免疫系统。所有年龄阶段动物都受影响，幼龄动物对黄曲霉毒素尤为敏感。临床表现包括：免疫系统功能抑制，胃肠道功能异常，繁殖性能下降，饲料利用率降低，贫血，黄疸，致癌，胚胎死亡。

1.2 赭曲霉毒素 Ochratoxins (肾毒素)

由曲霉菌和青霉菌产生的一类结构类似的代谢物，其中赭曲霉毒素 A (OTA) 是最主要的一类肾毒素。家禽中毒症状包括体质虚弱、贫血、降低生产性能、引起肾脏病变和死亡。猪临床表现为肾病变、精神抑郁，厌食、脱水。

1.3 烟曲霉毒素 Fumonisin

由镰刀霉菌产生的一类霉菌毒素，现已鉴别有 6 种结构类型，可降低免疫功能，引起肝脏和肾脏损伤、降低体重、增加死亡率。猪：引起肺水肿病，肝脏受损，嗜睡、厌食、体重减轻。鸡：萎靡嗜睡，呼吸困难，产蛋率下降，剖检见肠系膜水肿，心脏扩大，心包积水。

1.4 玉米赤霉烯酮 Zearalenone (类似雌性激素作用，繁殖障碍)

主要由禾谷镰刀菌产生，有类似雌激素的作用。低剂量时，增加乳腺和繁殖器官的体积和促进早熟；高剂量时，干扰受孕、排卵、着床、胎儿发育和新生动物的活力。玉米赤霉烯酮显著影响猪的繁殖性能，青年后备母猪对其最敏感。临床母猪表现为发情不规律，后备母猪假发情，阴户红肿、脱肛，妊娠母猪死胎流产、八字脚。公猪表现为睾丸萎缩、精子数减少，精子成活率降低。

1.5 T-2 毒素 T-2Toxin

单端孢霉类毒素，由镰孢霉属产生，引起消化道兴奋、出血、坏死，抑制骨髓和脾脏再生过程，降低免疫系统功能，引起繁殖器官病变。受影响动物出现失重，饲料转化率差，食欲降低，呕吐，血痢，流产和死亡。猪临床表现为消化障碍，采食量下降，血痢，流产。

1.6 呕吐毒素 Vomitoxin

单端孢霉类毒素，由镰孢霉属产生，常见于玉米和小麦中。可降低奶牛产奶量，猪出现呕吐、腹泻，拒绝采食污染饲料，抑制繁殖性能和免疫功能。

2 霉菌毒素的控制

霉菌毒素严重影响动物健康安全，造成临床或亚临床症状，并且可以通过奶和动物产品进入人类食物链，危害人类健康。所以世界各国一直在寻找可靠的办法控制霉菌毒素对动物的危害。目前控制方法大致分为物理法（如辐射、曝晒）、化学法（氨化、碱洗）、营养法（补充营养物质）、饲料添加剂法，主要是针对饲料及饲料原料进行霉菌毒素的脱毒，进而保护动物健康安全。暴晒、辐射、氨化、补充营养等大多措施成本高又费时，而且仅对部分霉菌毒素有效，都无法彻底防治霉菌毒素。大量研究证明对于养殖业和饲料业可行有效的办法是在污染饲料中添加吸附剂。

目前控制霉菌毒素的实用方法大多采用吸附剂。有效吸附剂包括活性炭、膨润土、沸石、黏土、水合硅铝酸钙钠盐 (HSCAS)、合成离子交换树脂等产品，这类吸附剂的作用是在霉菌毒素被肠道吸收之前将它们吸附并形成无活性的物质，从而保护动物免受霉菌毒素的危害。吸附效果取决于吸附剂原料的化学成分和结构以及霉菌毒素种类，还要考虑是否同时吸附饲料营养成分。

水合硅铝酸钙钠盐 (HSCAS) 因最早开发、成本低廉，目前被国内外广泛应用。Phillips 和 Davidson 等报道，HSCAS 是一种从天然硅酸盐中获得的页硅酸盐，它能有效降低畜禽日粮中黄曲霉毒素的毒性。在以后许多研究中评价了 HSCAS 对不同动物日粮的脱毒效果 (HSCA 是见诸报道最多的研究文献)。文献综述中指出，HSCAS 的脱毒效果与饲料中 HSCAS 的添加量 (0.125-2.0%)、饲料中黄曲霉毒素水平 (20ug/kg—7.5mg/kg) 和不同的评价效果指标有关，并指出 HSCAS 在单胃动物中的脱毒效果好于反刍动物。其他吸附剂研究结果不一，在实际运用中差异相当大。如部分沸石吸附能力几乎为零，粘土仅对 T-2 毒素有较好的吸附作用，活性炭仅对赭曲霉毒素有吸附，甘露寡糖对 T-2 毒素有特定吸附。此外，一种有机烷酮 (PVP) 经证明对玉米赤霉烯酮有特异性的凝胶作用 (Alegakis 1999)，可有效解除玉米赤霉烯酮对动物的危害。因此，目前国内外市场上还没有一种霉菌毒素吸附剂能彻底解决所有霉菌毒素问题，即使最近商业宣传中各种生物法、酶解法、酵解法等实际正处于研究阶段，其生产运用效果还有待于科学认证。

饲料分级和混合不均的控制和预防

混合不均

在饲料混合系统中，当发现饲料样品中原料的配合比例不精确时，就说明饲料混合不均匀。负责饲料混合的工人手中应该有一个配料单，配料单上的各种原料重量合计应该正好等于 1 吨或总计 100% (例如 1 吨肥育猪

配合饲料可能包括 70% 的玉米，25% 的豆粕和 5% 的维生素和微量元素预混料)。混合不均就是发现饲料样品中的原料组成比例与投入混合机的原料比例不一致。我们可以在饲料混合机卸料口取样 (比较精确的检测方法)，或者在饲料储存环节取样 (精确度较差，因为其它因素可能会影响取样的效果)。

首先,应该尽量避免人为或机械的失误。也就是说是否存在计量错误或忘记添加一种或几种饲料原料?如果确认原料已经过正确计算和称量后投入了混合机,那么就应该检查混合机的工作效果。

混合不均通常是由混合机本身的问题造成的。这时通过调节混合机或更换已经磨损或性能不佳的部件,可以解决这个问题。在大多数时候,只需要减小混合机螺带与混合机筒壁之间的间隙。同样,有时需要更换螺带上磨损或损坏的桨叶,有时也需要更换搅拌螺带。

如果混合机的部件一切正常,那么就应该检查饲料原料和添加剂进入混合机的顺序(如抗生素、酶制剂、维生素和微量元素等)。这些原料或添加剂的添加顺序会影响整批饲料的混合效果。在生产维生素和微量元素预混料时可以发现这种现象。例如当烟酸(一种维生素)和钴(一种矿物质)混合时,容易发生沾结并结成硬块。

当出现这种情况时,通常延长混合时间来提高饲料混合的均匀度。如果出现称量不准确或人为操作失误,那么混合不均就不能怪混合机的工作性能差。

如果检查混合机没有发现明显问题,但混合均匀度与要求的标准差异太大,那么应该检查称量设备的准确性以及相关设备是否有故障。(例如,应该检查混合机的卸料门或卸料绞龙的门是否关闭不严)。

饲料分级

饲料原料会发生分级现象,即某些原料碎屑或微粒会与其余部分分开。在混合饲料中,分级现象是指一种或几种饲料原料或原料的碎片与混合饲料中的其它原料发生分离。

饲料分级现象可能发生在饲料储存、加工和运输过程中。在储存和加工过程中还可能发生重复混合现象,这有利于减少成品饲料的分级现象。

混合好的饲料出现分级现象是因为各种原料颗粒的大小、形状和密度不同。我们在观察饲料加工过程时,可以发现饲料的混合不均和分级现象可能都发生在不同的加工环节。例如,当原料在混合机内进行准确混合后,进入缓冲仓时会发生一点分级,在缓冲仓的绞龙和斗提中发生再次混合,在空气中自由落入待制粒仓或成品粉料仓时产生更多的分级,从待制粒仓通过制粒调制腔的绞龙进入制粒腔时又产生分级。从这点来看,制粒过程

可以保留饲料的混合或分级状。

如上所述,饲料原料的粒度、形状和密度是导致分级的主要原因。当原料颗粒大小悬殊大时容易在混合阶段发生分级。例如将整粒玉米和矿物质原料如食盐或石粉进行混合时容易发生分级现象。

当原料在空气中降落时,原料颗粒的形状对分级的影响十分重要。扁平的颗粒降落速度比较缓慢并且容易停留在降落的地方;圆形的颗粒降落速度比较快,不易停留在降落的地方。

高密度颗粒(如石粉)比低密度颗粒(如很轻的谷物筛余物)受自由降落的影响更小。低密度颗粒容易被空气气流带到储料仓的筒壁处。

不同的颗粒大小、形状和密度在许多方面是相互影响的。例如,如果配方要求一种体积大的、扁平的、低密度的原料与一种小的、立体的、高密度的原料(例如压片燕麦和食盐)相混合,那么这种混合饲料在受到震动、储存和加工时容易发生分级。这时添加其它一些不同颗粒大小、形状和密度的原料将减少分级的程度。另外,也可以添加水、油等液体原料使原料更好地粘在一起,减少分级的发生。

怎样防止分级的发生?

首先应该考虑尽可能减小原料之间颗粒大小、形状和密度的差异。

关于原料颗粒尺寸,应该把原料粉碎在一定的粒度范围,也可以添加液体来粘合原料。

关于原料的颗粒形状,应该要求供应商保证达到要求的原料形状。如果原料形状合乎要求,那么可以用油脂或糖蜜来粘合。

关于原料的密度,通常采用粘合技术来克服不同原料的密度差异。一般说来,较细的原料有利于减少分级的发生。

减少分级最常用的方法是在饲料配方中添加液体,比如糖蜜、油脂或水。这些液体可以将大小不等的颗粒聚合到一起。这种聚合物通常可以在混合、加工和储存过程中保持聚合状态。液体可以在饲料加工过程的任何一个环节添加(比如在混合机内、在制粒调制腔内或制粒后环模表面喷涂)。在添加液体前应该将干原料完全混合。

快大型肉鸡采食量计算公式

1. 10日龄以下的雏鸡,日采食量以每天4克的增加。如7日龄的小鸡每只每天就吃28克。
2. 11-12日龄的小鸡,每只鸡日采食量为:(日龄-2)÷10×50(克)。如15日龄,(15-2)÷10×50=65克。
3. 21-30日龄的鸡,每只鸡采食量为:(日龄-1)÷10×50(克)。如26日龄,(26-1)÷10×50=125克。
4. 30-40日龄的鸡,每只鸡采食量为:日龄÷10×50(克)。如35日龄,35÷10×50=175克。
5. 40日龄的鸡,每只鸡日采食量基本维持到200克,直到出栏。

上述是以罗斯308肉鸡为准,每只鸡每天的采食量。一般情况下,用配合饲料饲喂,每只鸡到出栏共吃料4.5千克,均重可达到2.5千克。