

生物胺是否会影响家禽的健康和营养

W. Wade Robey 和 S. F. Chin 新加坡 Novus 国际公司

前言

人们最近对于动物副产品中存在的称为生物胺的一类化合物表现出了极大的兴趣。主要的兴趣针对这样两个问题：生物胺究竟是什么？如果存在生物胺的话，那么多高水平的生物胺能够对动物的性能造成不良影响？遗憾的是，这两个问题都很难回答，因为多数发表的研究都是关于这类化合物对人类的毒性作用的。不过，还是有足够的资料说明生物胺的毒性作用能够对食品生产动物的性能造成不良影响。遗憾的是，我们现在并不知道动物日粮中所用的各种动物副产品原料中生物胺的水平通常有多高。此外，现在也还没有发现一定的生物胺水平和动物特定的生理问题或是特定水平的总体性能下降之间有确定的相关。从已发表的与人类有关的数据来看，各种生物胺在与其它物质共同作用下其毒性作用可得到加强。然而，生物胺与其它物质之间究竟有着什么样的相互作用仍然是个问题。

什么是生物胺

从定义上看，生物胺是一类由生物合成的能在动物的、生理功能中发挥重要作用的含氮有机化合物。常见的生物胺类物质有去甲肾上腺素、5-羟色胺和多巴胺。这些化合物是参与许多正常生理功能（包括大脑活动的调节、体温的调节）的成分，我们并不打算在本文中对这些化合物进行讨论。

本文将集中讨论的是另一类生物胺，包括组胺、色胺、酪胺、苯乙胺、精胺、亚精胺、腐胺、和尸胺。

这些多胺类化合物（其中含一个以上的胺基）是低分子量的有机碱，产生于动物、植物和微生物的正常代谢过程之中。这些化合物也可以是某些氨基酸腐败过程中微生物脱羧基作用的产物（Askar和Treptow，1986）。

通常被称为生物胺的肌胃糜烂素（2-amino-9-(4-imidazolyl)-7-azanonanoic acid）却是由组胺衍生的化合物，产生自组氨酸和蛋白质共同加热（加工/氧化）的过程之中。肌胃糜烂素最常产生于鱼粉的加工或腐败过程之中，故应被视为另一类物质。

由于肌胃糜烂素造成的后果与通常的生物胺造成的后果相类似，所以有理由在本文中对之作简要的讨论。

肌胃糜烂素对pH值和cimetidine十分敏感，是家禽“黑色呕吐”的病因。该病主要见于采食高鱼粉含量日粮的家禽。现已证明，2.2ppm的肌胃糜烂素就可刺激家禽的胃酸分泌，进而引起肌胃糜烂和胃癌（Umemura, Y., 1982；Okazaki等，1983；Masumura等，1985）。

现已发现，肌胃糜烂素引起肌胃病变的能力100倍于组胺。鱼粉是肌胃糜烂素进入动物饲料的最常见载体，因为许多常见类型的鱼粉中都含有很高水平的游离组氨酸。

生物胺是如何形成的

如前所述，生物胺是由某些氨基酸经过脱羧基作用而形成的，主要是作为微生物腐败作用的产物而存在于食品中和动物副产品中。Urlings等（1993）指出，胴体或下水在经炼制而稳定化之前的腐败过程中，其中形成的生物胺一直在增加。机体组织经微生物分解而最可能产生的生物胺有苯乙胺、腐胺、尸胺、组胺、酪胺、亚精胺、精胺和色胺（Maetz和Karmas，1978）。组织中的苯丙氨酸、赖氨酸、组氨酸、酪氨酸和蛋氨酸分别是苯乙胺、尸胺、组胺、酪胺、亚精胺和精胺的前体。

组胺和大多数其它胺类物质都具有很高的热稳定性。此外，据报告，有些脱羧酶可耐过巴斯德灭菌的严酷条件（Brink等，1990）。结果，在动物下水炼制过程中达到的正常烹饪温度就不足以使生物胺变性，也不能防止在加工前形成的脱羧酶造成进一步的损害，即使这时微生物已经减少了也仍然如此。

并非所有的微生物都具有为形成生物胺所必需的酶，但许多常见的细菌都具有对若干种氨基酸脱羧基的能力（Rice等，1976），其中包括杆菌属细菌、柠檬酸菌属细菌、梭状芽孢杆菌属细菌、埃希氏菌属细菌、克雷伯氏菌属细菌、乳杆菌属细菌、小球菌属细菌、发光菌属细菌、变形杆菌属细菌和假单孢菌属细菌。

Brink等（1990）列出了食品中主要生物胺形成所需要的前提条件（见表1）

表1 生物胺形成所需的前提条件¹

-
- | |
|-----------------|
| 1) 存在游离氨基酸； |
| 2) 存在具有脱羧酶的微生物； |
| 3) 有利于细菌生长的条件。 |
-

注: 1. 资料来源: Brink 等（1990）。

生理效应

生物胺在动物的生理中具有正常的功能，只是其在体内积聚达到高水平时或在其摄入量很高时才会变得具有毒性。特定生物胺的作用是可变的，但一般可将生物胺分为“血管作用型”和“精神作用型”两大类。外观症状多种多样，包括恶心、呼吸窘迫、心悸、头疼、疹子、高血压、低血压（Rice，1976）。哺乳动物具有天然防卫机制，可解除少量口服生物胺的毒性（Taylor，1983）。这些防卫机制包括单胺氧化酶系统和二胺氧化酶系统，以及将胺类物质分解为毒性较低的氧化产物的功能（Brink等，1990）。生物胺若未丧失活性，就可直接穿过肠道上皮进入血流并施展其有害作用。

除了组胺之外，各种生物胺相互间的毒性有何不同，并不很清楚，有些生物胺可加剧其它生物胺的毒性作用，或者甚至可阻断上述体内天然解毒系统的作用，从而让毒性未得到减弱的它生物胺进入血流。每一种生物胺单独的药理作用或是与其它生物胺的联合药理作用究竟如何也并不很确定。

据报告，饲料中高浓度的组胺可导致鸡生长率下降、羽毛生长不良、肌胃糜烂和前胃肿胀。受害肠道增厚而柔软，上段肠道内有过量粘液并且常充斥着未消化的饲料（Shifrine等，1960；Harry等，1975）。饲喂含组胺4毫克/克的日粮时，雏鸡会发生肌胃糜烂和生长率下降（Harry和Tucker，1976）。

多胺类抗代谢物还已被用作实验性癌肿的抑制剂。业已证明，鸟氨酸脱羧酶的不

可逆抑制物具有显著的抗前列腺癌、抗乳腺癌和抗胰腺癌活性（Janne等，1991）。此外，据报告，多胺类抗代谢物表现了抗若干种实验性白血病的效力（Bartholmeyns和Koch-Weser，1981；Sunkara等，1983；Bartholmeyn等，1984；Smart等，1989）。虽然各种胺类抗代谢物在防癌方面的特定作用模式尚未被人们充分了解但看来它们的功能在一定程度上是通过防转移和抑制肿瘤诱导的血管生成（肿瘤诱导的血管生成，即肿瘤细胞分泌的化学因子诱导肿瘤周围组织中的血管生长入坚实的肿瘤之中）而实现的。

生物胺通常见于何处？

任何一种含有蛋白质的食品或饲料都可以是生物胺的一个来源，但其中某些类别看来很容易产生生物胺。比如，青花鱼（scombroid fish）看来是最容易形成生物胺的鱼。这看来与这些鱼通常在其组织中含有高水平的游离组氨酸有关（Klausen和Lund，1986）。其它例子还有金枪鱼（tuna）、鲭鱼（boni ta）、鲭鱼（mackerel）、长鳍金枪鱼（albacore）和东方狐鲣（ski pj acks）。

已证明通常含有可测水平生物胺的饲料原料，包括家禽副产品粉、肉骨粉和鱼粉。由于生物胺的含量随饲料腐败程度的加重而增高，所以其在饲料中的浓度与环境温度、氧化的程度、处理或贮存的条件以及饲料本身的新鲜程度有关。表2列举了动物饲料中最常见的一些生物胺。

表2 动物饲料中最常见的一些生物胺¹

生物胺	氨基酸前体
脂肪族胺	
腐胺	鸟氨酸
尸胺	赖氨酸
精胺	S-腺苷蛋氨酸
亚精胺	S-腺苷蛋氨酸
芳香族胺	
酪胺	酪氨酸
苯乙胺	苯丙氨酸
杂环胺	
组胺	组氨酸
色胺	色氨酸

注：1、根据Askar和Treptow（1986）的资料修改而得。

Brink等（1990）报告了1979年至1986年间发生于荷兰的组胺中毒的病例数（表3）。

表3 组胺中毒事件的报告¹

食品	病例数	组胺浓度（ppm）
鲱鱼	3	300-1300
金枪鱼	3	500-8000
鲭鱼	8	100-3000

注：1、摘自Brink等（1990）

动物副产品中的生物胺水平

关于动物副产品中生物胺一般浓度的资料，非常有限。此外，也没有公开发表的资料可供家禽营养师或养禽生产管理人员了解生物胺水平和动物性能之间的关联。表4显示了Novus国际公司对1993年收集于北美6个动物副产品生产商的样本进行的14个分析的数据。材料采集于一月份，应该能反映最佳制造期（寒冷期）内的典型生物胺浓度景况。在某些情况下，分析了多个样本。

这些胺水平并不比Pool e(1993)报告的与现场问题有关的胺水平低很多。然而，很可能的是，他所证实的性能效应是氧化的结果，而不是生物胺导致的结果。据报告，他报告的含高水平生物胺的动物副产品原料曾于炼制加工前在夏季贮存了好几天这是导致氧化性损害的“熟化”过程。虽然未经指出，但非常可能的是，这些原料都已经显著地被氧化了，因而含有大量的过氧化物以及（或者）次级氧化性代谢物。

Di bner（1994）报告，过氧化物及其相关的次级代谢产物可直接引起胃肠道的病变包括导致免疫功能抑制。此外，这些效应可通过提供乙氧喹加以预防。这也许有助于解释为什么引起人类生物胺中毒所必需的胺水平显著高于Pool e所报告的水平。无论如何，目前能证实家禽比人类对生物胺更敏感的证据尚不充分。

表4 采集自北美6个炼制商的动物副产品样本中的生物胺水平（ppm）¹

生物胺	不同的炼制商													
	1	1	2	2	3	4	4	4	4	4	4	5	6	6
尸胺	15	15	38	32	34	65	65	34	25	32	41	14	32	24
组胺	43	47	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
苯乙胺	19	19	13	11	8	9	10	6	6	5	7	7	5	7
腐胺	60	60	11	10	16	36	36	18	13	14	20	9	16	15
亚精胺	6	6	3	4	3	4	4	3	0	3	0	0	3	4
精胺	4	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
酪胺	82	87	48	47	40	51	52	40	39	39	41	0	39	38

注：1、样本由密西西比大学为Novus国际公司进行分析。

此外，动物副产品在整个日粮中所占的比例相当小，所以，生物胺在动物副产品中的含量即使相当高，也会在日粮搅拌过程被高度稀释，结果就是生物胺在最终日粮中的浓度相当的低，因而其可能的有害生理作用也非常小。

能否防止生物胺的形成？

生物胺的形成与动物副产品的质量直接有关。如前所述，当动物副产品中细菌大量繁殖时就会形成生物胺。生物胺的形成还需要游离氨基酸，所以蛋白质源的熟化、发酵或氧化就可为生物胺的形成提供现成的基质。

对于供炼制用的下水和溶有空气的油脂（dissolved air flotation fat，DAF）要尽快进行加工以尽量减少其发生腐坏的可能性。此外，在DAF的加工中应用酸来降

低pH值以及在回收过程中对其加以稳定化，也有可能提高产品质量并有助于减少细菌污染。结果就是，无论在炼制前或炼制后混入下水，都可减少由细菌活动形成生物胺的机会。

结 语

动物性饲料中总是存在生物胺。随着日粮中高蛋白动物副产品的应用成为常规措施。生物胺在日粮中的相对含量也即增高。遗憾的是，有关生物胺对动物健康和性能危害性的资料还相当缺乏。

虽然炼制厂中原料管理不当常被认为是导致高含量生物胺的罪魁祸首，但家禽加工者可对其质量以及炼制用材料中的相对细菌含量施加重大影响。酸化、运输车辆的清洁程度以及减少装运至炼制地之前的贮存时间，也可减少细菌污染的机会从而减少生物胺形成的可能。

基本的看法是，在实际条件下完全消除动物副产品中的生物胺是不可能的。然而，由于有关生物胺特定毒性作用的资料十分缺乏，所以应采取措施限制动物副产品在动物日粮中的用量。如果可利用人类的有关数据来确定可导致中毒所必需的生物胺大致浓度，那么，在大多数情况下，动物日粮中的生物胺浓度都不足以引起任何可测到的生理效应。然而，由于生物胺的形成与动物副产品的质量以及其中的细菌含量直接有关，所以应采取措施防止动物副产品的腐败从而防止其中生物胺的形成结果就可为动物日粮提供较高品质的蛋白质源。