

## 蛋氨酸羟基类似物钙盐对肉鸡和母鸡的相对效果

Dr. Andreas Lemme

### 关键信息

- 蛋氨酸羟基类似物钙盐（MHA-钙）是液态 MHA-FA 的替代产品，含有 11-12% 的钙和 84-86% 的 MHA-单体。
- 通过对 35 个肉鸡和母鸡试验所包含的 69 套数据的文献调查表明，当以摩尔为单位比较时，MHA-钙的效果为 DL-蛋氨酸的 76.4%。
- MHA-钙与 DL-蛋氨酸效果差异的主要原因是由于 MHA-钙的消化率较低导致的。

### MHA-钙的相对效果与液态 MHA-FA 可能不同

近来，针对液态蛋氨酸羟基类似物自由酸（液态 MHA-FA）与 DL-蛋氨酸（DL-Met）的相对效果问题已经进行了大量的文献调查。其中之一的 Meta 分析包含了 72 个科学设计的剂量反应试验，包括 46 个肉鸡，8 个产蛋鸡，12 个火鸡和 6 个猪的研究。所搜集的 138 套数据包含体增重，胸肌产量，氮沉积，饲料转化率和日卵群（Lemme 和 Petri, 2003）。结果表明，如果按照重量标准评估，液态 MHA-FA 的效果平均为 DL-蛋氨酸的 65.8%。肉鸡的数据库在其中明显最大因此也最可靠，对其结果的评估表明液态 MHA-FA 的效果平均为 63.2%。这一结果最近已被荷兰一所独立研究机构的初步研究结果所证实。

除液态 MHA-FA 之外，蛋氨酸羟基类似物还有另外一种产品形式：蛋氨酸羟基类似物钙盐（MHA-钙）。这一产品含有大量的钙（11-12%），酸性较液态 MHA-FA 低，呈干粉状，并因此具有其液态类似物所不具备的其它可操作性能。MHA-钙的生产过程决定了它几乎只含有单体，这些单体对 MHA-钙在摩尔水平上的相对效果可能起到一定作用。液态 MHA-FA 效价较低的原因则可部分归咎于它所含有的二聚体和低聚体的不良利用率（Lemme, 2002; Hasseberg, 2002）。

为了澄清这一问题，我们进行了一项文献调查用以检验 MHA-钙对比 DL-蛋氨酸的相对功效。

### 可利用的 MHA-钙剂量反应研究总数为 35 个

由于 MHA-钙曾有一段时间在市场上没有供给，文献报道是在九十年代初和之前的。产品规格在世界范围内比较有明显的差异，这种差异同时也存在于与前期产品的比较之中。因此，这项综述比较的是摩尔水平，意味着功效值只代表羟基类似物的含量，并未考虑钙和水份含量（图 1）。

由 33 项肉鸡和 2 项产蛋鸡的剂量反应研究获得的 69 套数据可用于多项指数或线性回归分析（表 1）。回归分析按照先前一版的 AminoNews™ 中介绍的方法进行（Lemme 和 Petri, 2003）。

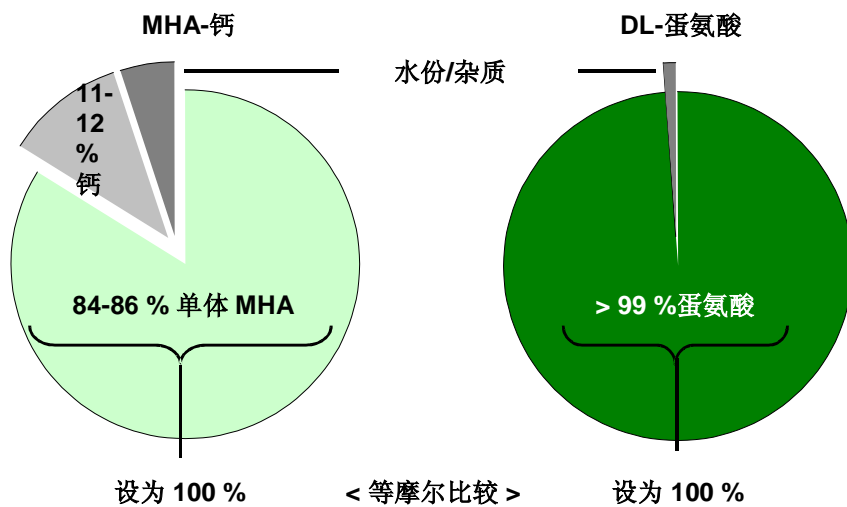


图 1：活性物质在等摩尔水平上进行的相互比较

等摩尔水平比较时，MHA-钙的效果平均为 DL-蛋氨酸的 76.4%

分析所有涉及不同生产性能标准（体增重，日卵群和饲料转化率）的数据集的结果表明，MHA-钙的相对效果平均为 DL-蛋氨酸的 76.4%。需要再次说明的是，采用的数据大多数来自于肉鸡研究。如果单独考虑肉鸡试验，MHA-钙的效果平均为 76.0%。与液态 MHA-FA 的结果相似（Jansman 等，2003；Lemme 和 Petri，2003），MHA-钙对肉鸡饲料转化率的平均影响低于其对体增重的效果（74.0 % 相对于 77.8 %）。

未被吸收的 DL-蛋氨酸或 MHA-钙（占食入量的百分比）

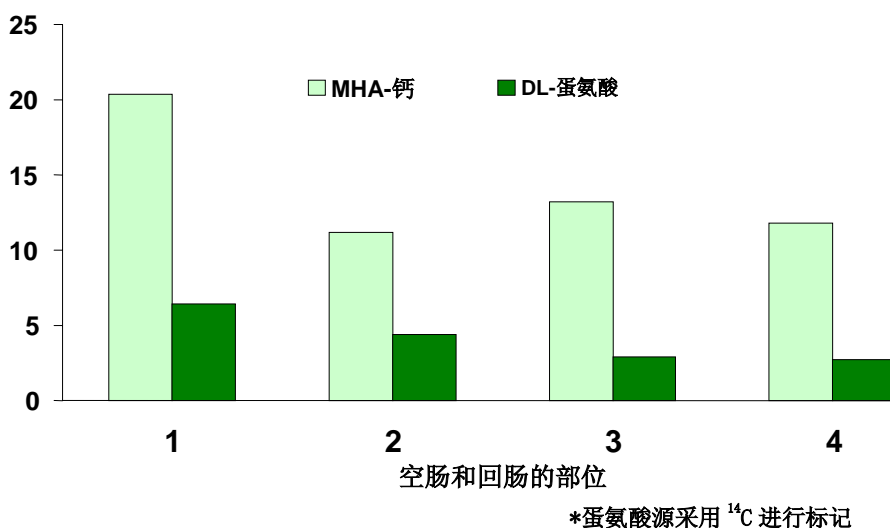


图 2： $^{14}\text{C}$  标记的 DL-蛋氨酸和 MHA-钙在肉鸡小肠由空肠到回肠末端的消失情况（Esteve-Garcia 和 Austic，1993）

MHA-钙在摩尔水平上对肉鸡和产蛋鸡 76.4 % 的总有效性比液态 MHA-FA 高出大约 3 个百分点（表 2）。如果只考虑肉鸡的数据，这一差异更加显著，可达到 4 个百分点（MHA-钙 为 76.0 % 相对于液态 MHA-FA 的 71.8 %）。

MHA-钙与液态 MHA-FA 相比功效略高的原因可能是由于 MHA-钙只含有单体分子，而液态 MHA-FA 中含有 23% 的二聚体和低聚体。Saunderson（1991）和 Van Weerden 等人（1992）的试验已表明动物对二聚体和低聚体的利用率很低。

**表 2： MHA-钙和液态 MHA-FA 在等摩尔水平和重量对重量水平上对肉鸡和产蛋鸡的相对平均生物效果**

品种	MHA-钙			液态 MHA-FA (Lemme 和 Petri, 2003)		
	相对效果在...			相对效果在...		
	数据集 数量	... 摩尔 水平	重量对重 量水平*	数据集 数量	... 摩尔 水平	重量对重 量水平**
肉鸡+产蛋鸡	69	76.4	64.2	106	73.2	64.4
肉鸡	65	76.0	63.8	91	71.8	63.2

\* 基于 MHA-钙的纯度为 84% 的假设  
 \*\*基于液态 MHA-FA 的纯度为 88% 的假设

### 相当一部分的 MHA-钙被动物排出体外

尽管 MHA-钙的效果较其液态类似物略佳，但还是显著低于 DL-蛋氨酸的效果。这一发现主要可以通过 Esteve-Garcia（1988）和 Esteve-Garcia 和 Austic（1993）关于这两种产品在吸收上的差异的研究来解释。图 2 表明 DL-蛋氨酸和 MHA-钙在小肠 4 个部位（1=空肠；4=回肠末端）的消失情况。结果显示的是未被吸收的产品比例，同时也代表与食入量有关的 <sup>14</sup>C 标记的蛋氨酸源的残留辐射。由图可见，DL-蛋氨酸在空肠部分几乎被完全吸收，并随着它在小肠中通过，其未被吸收的比例还进一步降低。因为蛋氨酸是一个非常活跃 的分子并参与快速周转代谢，所以 DL-蛋氨酸的完全消失不可能实现。吸收后一定量的蛋氨酸又被重新快速分泌到肠道内腔。然而，未被吸收的 MHA-钙的比例在肠道各部位明显更高，直至最后还高于 DL-蛋氨酸的 4 倍。图 3 表明这一差异的重复出现情况。其中试验 1 代表图 2 的研究，其它的则为单独试验。总的结果表明试验 1 对这两种蛋氨酸源吸收差异的估计相当保守。对所有研究的分析表明，未被吸收的 MHA-钙的比例高于 DL-蛋氨酸的 5.5 倍。这一现象的出现可能是由于 MHA-钙在穿过小肠的过程中，由微生物特殊地将其降解的直接结果，这同时意味着残留辐射不完全与 MHA-钙有关，而是与代谢产物同时相关（Drew 等，2003）。不考虑这一影响，MHA-钙的有效吸收较差。

### 怎样能将有效性数据转化到实际日粮配方应用中？

了解 MHA-钙的等摩尔有效性是评估产品商业价值的基础。然而，从世界范围看，产品规格不同。因此，每一种产品规格的生物效果需要以该产品为基础进行分别计算。这可以通过将摩尔水平上的效果乘以 MHA-活性的纯度来实现。例如，如果某产品的羟基类似物纯度为 84%，如表 2 所示，其商品产品的生物效果则为 64%（84.0 % x 76.4 %）。

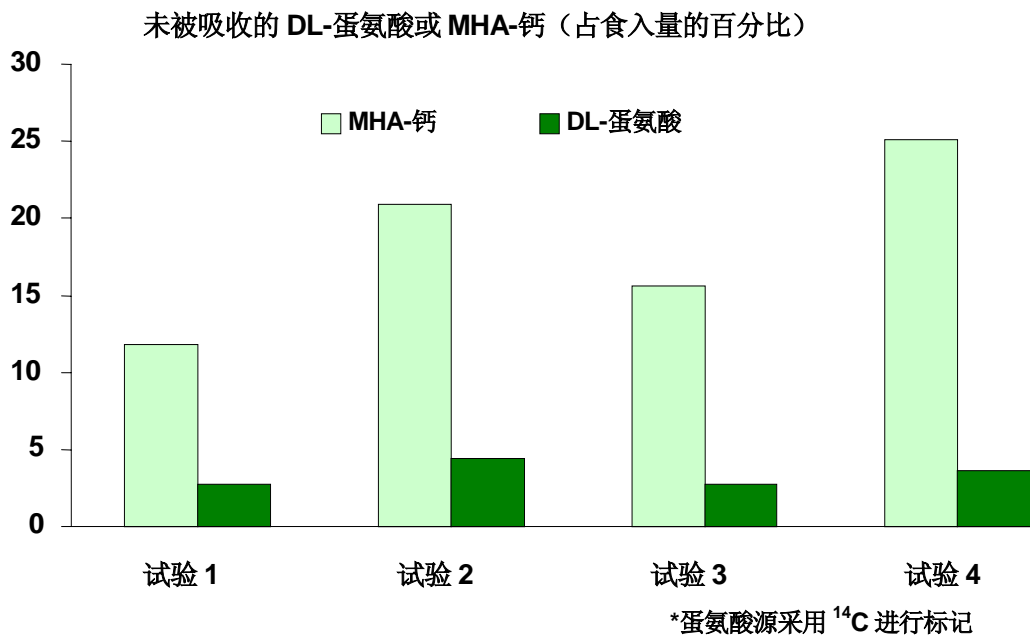


图 3: 肉鸡上的连续 4 个试验得出的 MHA-钙或 DL-蛋氨酸在回肠末端未被吸收的比例 (Esteve-Garcia, 1988)

**Table 1: 基于所有可适用数据集得出的 MHA-钙对比 DL-蛋氨酸在肉鸡和产蛋鸡上的相对效果（摩尔水平上的百分比）**

研究人员	机构	国家	年代	相对效果 (%)	标准
Brette 和 Piat	AEC 动物饲料发展	法国	1965	82	体增重
Brette 和 Piat	AEC 动物饲料发展	法国	1965	87	饲料转化率
Christensen 和 Anderson, 试验 1 (1)	犹他州立大学	美国	1980	68	体增重
Christensen 和 Anderson, 试验 1 (1)	犹他州立大学	美国	1980	63	饲料转化率
Christensen 和 Anderson, 试验 1 (2)	犹他州立大学	美国	1980	82	体增重
Christensen 和 Anderson, 试验 1 (2)	犹他州立大学	美国	1980	85	饲料转化率
Christensen 和 Anderson, 试验 1 (3a)	犹他州立大学	美国	1980	65	体增重
Christensen 和 Anderson, 试验 1 (3a)	犹他州立大学	美国	1980	43	饲料转化率
Christensen 和 Anderson, 试验 1 (3 b)	犹他州立大学	美国	1980	78	体增重
Christensen 和 Anderson, 试验 1 (3 b)	犹他州立大学	美国	1980	73	饲料转化率
Christensen 和 Anderson, 试验 2 (4a)	犹他州立大学	美国	1980	66	体增重
Christensen 和 Anderson, 试验 2 (4a)	犹他州立大学	美国	1980	53	饲料转化率
Christensen 和 Anderson, 试验 2 (4 b)	犹他州立大学	美国	1980	78	体增重
Christensen 和 Anderson, 试验 2 (4 b)	犹他州立大学	美国	1980	83	饲料转化率
Christensen 和 Anderson, 试验 3 (5)	犹他州立大学	美国	1980	77	体增重
Christensen 和 Anderson, 试验 3 (5)	犹他州立大学	美国	1980	104	饲料转化率
Esteve-Garcia 等人	康奈尔大学	美国	1993	73	体增重
Esteve-Garcia 等人	康奈尔大学	美国	1993	72	饲料转化率
Harms 等人	佛罗里达大学	美国	1976	90	体增重
Harms 等人	佛罗里达大学	美国	1976	111	饲料转化率
Heger 等人, 试验 1	布拉格生物工厂	捷克	1989	72	体增重
Heger 等人, 试验 1	布拉格生物工厂	捷克	1989	65	饲料转化率
Heger 等人, 试验 2	布拉格生物工厂	捷克	1989	98	体增重
Heger 等人, 试验 2	布拉格生物工厂	捷克	1989	96	饲料转化率
Katz 和 Baker	伊利诺大学	美国	1975	79	体增重
Katz 和 Baker	伊利诺大学	美国	1975	76	饲料转化率
Murillo 和 Jensen, 试验 1	佐治亚大学	美国	1977	52	体增重
Murillo 和 Jensen, 试验 1	佐治亚大学	美国	1977	70	饲料转化率
Murillo 和 Jensen, 试验 2	佐治亚大学	美国	1977	76	体增重
Murillo 和 Jensen, 试验 2	佐治亚大学	美国	1977	73	饲料转化率
Murillo 和 Jensen, 试验 3A	佐治亚大学	美国	1977	123	体增重
Murillo 和 Jensen, 试验 3A	佐治亚大学	美国	1977	71	饲料转化率
Murillo 和 Jensen, 试验 3B	佐治亚大学	美国	1977	107	体增重
Murillo 和 Jensen, 试验 3B	佐治亚大学	美国	1977	76	饲料转化率
Reid 等人 (产蛋鸡)	亚利桑纳大学	美国	1982	73	卵群
Reid 等人 (产蛋鸡)	亚利桑纳大学	美国	1982	93	饲料转化率
Rostagno	维拉维克塞大学	巴西	1993	80	体增重
Rostagno	维拉维克塞大学	巴西	1993	79	饲料转化率
Saroka, 试验 2.1	康奈尔大学	美国	1984	76	体增重
Saroka, 试验 2.1	康奈尔大学	美国	1984	75	饲料转化率
Schutte 和 van Weerden	瓦赫宁恩 TNO 研究所	荷兰	1981	74	体增重
Smith, 试验 2	加拿大农业部	加拿大	1966	83	体增重
Smith, 试验 2	加拿大农业部	加拿大	1966	83	饲料转化率

Smith, 试验 3	加拿大农业部	加拿大	1966	76	体增重
Smith, 试验 3	加拿大农业部	加拿大	1966	90	饲料转化率
Smith, 试验 4	加拿大农业部	加拿大	1966	89	体增重
Smith, 试验 4	加拿大农业部	加拿大	1966	85	饲料转化率
Tipton 等人, 试验 1	密西西比州立大学	美国	1965	53	体增重
Tipton 等人, 试验 1	密西西比州立大学	美国	1965	57	饲料转化率
Tipton 等人, 试验 2	密西西比州立大学	美国	1965	76	体增重
Tipton 等人, 试验 2	密西西比州立大学	美国	1965	87	饲料转化率
Tipton 等人, 试验 3-A	密西西比州立大学	美国	1965	57	体增重
Tipton 等人, 试验 3-A	密西西比州立大学	美国	1965	39	饲料转化率
Tipton 等人, 试验 3-B	密西西比州立大学	美国	1965	65	体增重
Tipton 等人, 试验 3-B	密西西比州立大学	美国	1965	49	饲料转化率
Tipton 等人, 试验 1	密西西比州立大学	美国	1966	91	体增重
Tipton 等人, 试验 1	密西西比州立大学	美国	1966	98	饲料转化率
Tipton 等人, 试验 2	密西西比州立大学	美国	1966	81	体增重
Tipton 等人, 试验 2	密西西比州立大学	美国	1966	72	饲料转化率
Van Weerden 等人 (产蛋鸡)	瓦赫宁恩 TNO 研究所	荷兰	1984	94	卵群
Van Weerden 等人 (产蛋鸡)	瓦赫宁恩 TNO 研究所	荷兰	1984	78	饲料转化率
Van Weerden 和 Schutte	瓦赫宁恩 TNO 研究所	荷兰	1979	64	体增重
Van Weerden 和 Schutte	瓦赫宁恩 TNO 研究所	荷兰	1979	66	饲料转化率
Van Weerden 和 Schutte	瓦赫宁恩 TNO 研究所	荷兰	1981	80	体增重
Van Weerden 和 Schutte	瓦赫宁恩 TNO 研究所	荷兰	1981	39	饲料转化率
Van Weerden 和 Schutte	瓦赫宁恩 TNO 研究所	荷兰	1980	79	体增重
Van Weerden 和 Schutte	瓦赫宁恩 TNO 研究所	荷兰	1980	69	饲料转化率
Van Weerden 等人	瓦赫宁恩 TNO 研究所	荷兰	1982	78	体增重
Van Weerden 等人	瓦赫宁恩 TNO 研究所	荷兰	1982	80	饲料转化率
			平均	76.4	
			变量	69	