

# 共轭亚油酸在畜禽中的应用

浙江大学饲料研究所国家教育部重点实验室 邹晓庭 方洛云 许梓荣

近年来随着脂肪营养研究的不断深入,生物活性物质共轭亚油酸( conjugated linoleic acid, CLA)作为亚油酸(LA)同分异构体的研究日益受到重视。自 1987 年 CLA 被发现以来,由于它在防治癌症和心脏病上的作用而受到极大关注。近年来发现在日粮中添加 CLA 可增加畜禽胴体中 CLA 含量,成为国外研究的热点之一。

## 1 CLA 的概念

CLA 被认为是必需脂肪酸 LA 衍生的共轭双烯键多种位置与几何异构体的总称,也可以看作是 9,12-18 :2(LA)的次生物。从理论上讲其主要位置异构有 4 种:8,10-,9,11-,10,12-和 11,13-,而每种位置异构又有 4 种几何异构体,这样 CLA 的立体异构体就多达十几种甚至更多。但目前证明具有生物学活性的只有两种,Chir(1992)首先提出 9c,11t-是具有生物活性的同分异构体,而 Park(1999)等提出 10t,12c-也具有同样的生物学活性。事实上这两种同分异构体也是 CLA 混合物中的主要成分。

CLA 是 LA 的同分异构体,最早是 Ha(1987)从磨碎的牛肉中分离得到的,当时研究认为,具有抗癌和抗氧化作用的 CLA,不仅能降低癌的发生率,同时还能作为一种细胞毒素抑制已经存在的癌细胞。Cook 等(1993)通过鼠的研究发现,CLA 能增强机体的免疫能力,减少由于免疫应激所引起的分解反应。Chir(1994)在给鼠饲喂以 LA 时,在它的结肠中发现有 CLA,这个结果显示单胃动物消化道中的微生物能够合成 CLA。随着研究的深入,CLA 更多的生理功能被发现,Nicolosi 等(1997)发现 CLA 具有抗动脉粥样硬化作用。Houseknecht 等(1998)通过鼠的试验证实,CLA 具有抗糖尿病的功能。1997 年在威斯康星州麦迪

逊市约 100 位科学家出席了一个有关 CLA 的专门讨论会,就 CLA 的生理作用和作用机制的最新研究成果交换了看法。欧洲成立了一个有关 CLA 研究的专门委员会,负责 CLA 研究的交流和协调工作。1998 年美国油脂化学家协会(AOCS)在年会上专门讨论了有关 CLA 的问题。1999 年 AOCS 正式确认将 CLA 作为这一大类生理活性脂肪酸异构体的英文缩写。

## 2 CLA 的分布

Chin 等(1992)发现 CLA 存在于所有食物中,但含量存在着巨大差异,它的主要来源,是反刍动物如牛、羊的乳脂或肉制品中,每克乳脂中 CLA 含量从 2~25 mg 不等,并且 CLA 的含量,随奶牛的年龄增长而增加。有关反刍动物中 CLA 的来源,Kelper 等认为,CLA 是日粮中脂肪酸不完全氢化的结果,在反刍动物瘤胃中,不饱和脂肪酸被微生物氢化造成反刍动物主要吸收饱和脂肪酸,因此无论日粮中的脂肪酸组成如何,反刍动物产品中总是含有较多的饱和脂肪酸。但是当微生物的氢化作用不完全时,CLA 便能通过瘤胃,从而在乳中或肉制品中提供较多的 CLA。CLA 的另一个来源,据认为有可能是 LA 在动物体内发生自由基氧化反应的结果,影响因素包括老化、热作用、蛋白质性质等。此外研究证明在哺乳动物体内存在着一种酶能将 11t-18:1 进行  $\Delta^9$  位脱氢形成 CLA。

除桐油外,已在 11 个科的双子叶植物种子中发现有共轭烯酸存在,包括共轭双烯酸、共轭三烯酸、共轭炔烯酸、共轭羟基双烯酸和共轭羟基炔烯酸等。共轭酸主要为  $C_{18}$  及少量的  $C_{10}$ 、 $C_{12}$  和  $C_{17}$ ,尚未发现有  $C_{16}$  和  $C_{20}$  的存在。

人工合成的 CLA 有 16 种同分异构体,但是

这些同分异构体很难分离,天然存在的 CLA 和人工合成的在结构上没有任何差别,各异构体的含量主要和异构化条件有关。

### 3 CLA 的生理作用和效用

3.1 参与脂肪代谢和新陈代谢 CLA 的生物学作用,涉及到脂肪沉积和氮的分配,是一种新型的营养再分配剂。在猪、鸡和鼠等动物中的试验证明,CLA 能显著降低机体脂肪含量,增加蛋白质含量。Dugar(1997)报道,在日粮中添加 CLA,与对照组相比,能够提高瘦肉率,降低背膘厚度( $P < 0.03$ )。Ewa(1999)试验报道,日粮 CLA 能增加饲料报酬( $P = 0.009$ )提高瘦肉率,降低胴体脂肪沉积( $-8.2 + 2.09 \text{ g/d}$ )。奶牛的试验表明 CLA 能降低乳中脂肪的合成。CLA 能降低胴体脂肪沉积的机制目前还不清楚,可能与 CLA 对动物体内几种与脂质代谢有关酶的活性有关,从而影响了脂肪的重新合成。研究表明 CLA 可以提高肉毒碱棕榈酸转移酶(脂肪酸 $\beta$ -氧化的限速酶)和荷尔蒙敏感酶(负责脂肪水解释放至血液中的酶)的活性,而脂蛋白脂肪酶(促进脂肪吸收)的活性则显著降低。这些变化都有利于体内脂肪的分解和蛋白质的合成。

CLA 能增加机体的代谢速率,虽然在猪的研究中还没有得到证实,但对鼠的试验研究显示 CLA 能够增加代谢速率。

3.2 增强机体免疫力 CLA 是一种能够提高机体免疫机能,同时能减少炎症反应的天然物质。Cook 等研究证明,CLA 能够促进细胞分裂,阻止肌肉退化,延缓机体免疫机能的衰退。在鸡和鼠中的试验证实,CLA 能够减少由脂多糖诱导的炎症反应(Cook,1993;Miller,1994)。Chew(1994)发现,CLA 能够增强淋巴细胞的免疫机能。Riera(2001)报道,CLA 能够线性增长  $CD8^+$  淋巴细胞的百分含量。目前认为 CLA 可能是通过基因调控来增强细胞免疫机能的。据报道前列腺素  $E_2$  ( $PGE_2$ )能抑制细胞免疫,减少白介素- $2$  ( $IL-2$ )含量, $PGE_2$  受核酸转移因子的调控,而 CLA 能促进核酸转移因子的表达。

3.3 改善鸡蛋品质 Chamruspollert 和 selk(1999)报道,在蛋鸡日粮中添加 5% CLA,平均每个蛋含 CLA 310~365 mg,对产蛋量无明显影响,而这样的 CLA 蛋,对人类的健康是非常有益的。现在认

为 9c,11t-CLA 异构体是具有生物活性的,这主要是由于在这些同分异构体中,只有它在细胞膜的磷脂中被发现。9c,11t-异构体约占蛋黄中总 CLA 含量的 50%到 65%。Cook 等(1996)在给蛋鸡饲喂含 5% CLA 日粮时,和对照组相比,蛋黄中饱和脂肪酸(SFA)的含量上升,而多不饱和脂肪酸(MUFA)的含量则趋于下降。这可能是由于 CLA 能抑制肝脏中去饱和酶的作用,从而导致 SFA 含量的增加,减少 MUFA 的形成。

3.4 饲料报酬 Dunshea(1998)报道,在肥育猪日粮中添加 CLA 能提高饲料报酬,而 Eggert 等(1999)报道对饲料报酬无明显影响。美国多所大学调查研究 CLA 对猪的生长性能和胴体组成成分的影响,结果认为,虽然 CLA 对饲料转化率的作用,在各个试验中的结果不一致,但这很可能是和 CLA 的添加量、持续饲喂时间、猪的基因型、日粮组成(代谢能和蛋白质水平)、猪的健康状况以及环境条件等方面的差异有关,多数试验表明 CLA 对饲料转化率还是有改善作用的。

3.5 防霉变作用 CLA 的钾盐或钠盐可以抑制霉菌的生长,且无毒副作用,性质相对比较稳定,无使用上限,这对饲料的储存是非常有利的,完全可以用作防霉添加剂。

3.6 改善骨组织代谢 Cook 和 Watkins 等通过鼠的试验证实,CLA 能够促进骨组织细胞的分裂和再生,促进软骨组织细胞的合成及矿物质在骨组织中的沉积,对骨质的健康有积极作用,这可能是  $PGE_2$  浓度调节的结果, $PGE_2$  浓度过高能够抑制骨质的合成,而 CLA 能够有效降低  $PGE_2$  的浓度,因而能促进骨质形成。

## 4 应用前景

由于 CLA 对人体和动物的健康有许多积极作用,因此 CLA 无论是作为保健食品、功能食品还是将来应用于临床,对它的研究都具有重要意义。由于 CLA 可用作癌症和心脏病预防药,而研究发现 CLA 作为添加剂可以从饲料中转移到畜禽产品中,从而为人类提供 CLA,这对饲料行业来说,在畜禽日粮中添加 CLA,可以提高畜禽产品的附加值,有着广阔的发展前景。

(参考文献略)

[通讯地址 杭州市华家池 邮编 310029]