

共轭亚油酸在动物营养中的研究与应用(综述)

朱晓萍,尚秀国

(佛山科技学院动物科学系, 广东 南海 528231)

中图分类号: Q54

文献标识码: A

文章编号: 1002-1957(2004)06-0004-03

摘要: 共轭亚油酸是近年来动物营养学界比较关注的问题。此文在总结国内外文献资料的基础上,对共轭亚油酸的生理功能、生产加工、活性形式、在养猪生产中的研究与应用等问题进行综述。

关键词: 共轭亚油酸; 动物; 营养

共轭亚油酸(conjugated linoleic acid, CLA)是一组亚油酸的异构体。在20世纪80年代中期由Pariza等从研磨的牛肉中发现(Ha等, 1987)^[1],以后相继在不同的牛肉和牛奶制品中发现(Chin等, 1991; Parodi等, 1994; Lin等, 1995)^[2-4]。人工合成和天然存在的CLA异构体主要有8种,但主要以c9, t11; t10, c12; t9, c11和t10, t12四种形式存在(Ha等, 1990)^[5]。动物中只有反刍动物能够利用其自身的瘤胃微生物(溶纤维弧酸杆菌)合成CLA,因此在牛奶中共轭亚油酸的含量最高,每克乳脂中约含有4.2~30 mg,但变异范围较大,受牧草种类的影响。牛肉中共轭亚油酸含量相对牛奶来说较低,每克脂肪中约为1~4.5 mg。人和其它动物自身基本不能合成CLA,需要由食物和饲料供给。

由于共轭亚油酸与癌症、糖尿病、心血管疾病以及肥胖症有密切的联系,共轭亚油酸成为近年来人类营养和动物营养研究的热点之一。

1 共轭亚油酸的生理功能

1.1 共轭亚油酸与癌症

自1987年共轭亚油酸被发现以来,共轭亚油酸与癌症的关系引起人们极大的关注。研究表明,共轭亚油酸能够延缓和降低化学诱导的皮肤、结肠、乳腺和前胃肿瘤,抑制乳腺癌肿瘤细胞的增殖(Ip等, 1991; Durgam and Fernandes, 1997; Cunningham等, 1997; Ip and Scimeca, 1997)^[6-9];抑制胃癌、皮肤癌和前列腺癌肿瘤细胞的增殖(Ha等, 1990; Belury等, 1996; Cesano等, 1998)^[5, 10, 11]。其机制可能是通过抑制蛋白质和核酸的生物合成而对肿瘤细胞起抑制作用。但其作用仅限于抑制肿瘤的增殖,拮抗多种致癌物质,并不能杀死癌细胞。

1.2 共轭亚油酸与动脉粥样硬化

对仓鼠和兔子的研究表明,共轭亚油酸能够有

效降低动物动脉粥样硬化的发生率(Lee等, 1994; Nicolosi等, 1997)^[12, 13]。

1.3 共轭亚油酸与糖尿病

共轭亚油酸能够提高糖尿病患者对胰岛素的敏感性,使糖尿病患者对葡萄糖的耐受性恢复正常,降低脂肪酸分泌过多的肥胖小鼠血液中自由脂肪酸的浓度,从而预防和减缓糖尿病的发生。其机制可能是CLA提高了过氧化物酶体分化激活受体(PPAR_γ)的活性,该受体能够降低血液中的葡萄糖浓度,提高动物和人体胰岛素的功能(Houseknecht等, 1998b)^[14]。同时,CLA还能够促进血液循环系统中的葡萄糖进入脂肪细胞(Satory and Smith, 1999)^[15]。

1.4 共轭亚油酸的其它生物学功能

共轭亚油酸除具有以上几种生物学功能外,还具有抗氧化特性(Decker, 1995)^[16],降低肥胖病人和实验动物体脂肪含量,提高动物免疫力等功能。

2 共轭亚油酸的生产加工

在1997年以前,共轭亚油酸的合成主要是在实验室中应用亚油酸通过化学方法合成(Ip等, 1991)^[6],但这种方法合成的数量和效率都很低,限制了共轭亚油酸在动物生产中的应用。20世纪90年代中期,欧洲一家公司以葵花油为原料,采用强碱异构化法开始大量的合成CLA。接着又发明了应用造纸工业的废弃物来提取油酸和亚油酸,进而合成共轭亚油酸(MTO)。现在世界上已经有很多大型的、专门化的公司能够合成CLA,但这种化工合成的CLA或MTO都含有1%~6%的未知不可皂化物,因而限制了其在食品和饲料添加剂中的应用。国内国家海洋局青岛海洋第一研究所通过低沸点溶剂萃取技术在碱蓬籽中提取油脂,再从油脂中提取CLA,纯度约为70%,并已开始批量生产。

3 共轭亚油酸的活性形式

由于CLA是一组亚油酸的异构体复合物,理论上共有56种。在众多异构体中,CLA究竟以哪一种

收稿日期: 2003-11-04

作者简介: 朱晓萍(1969-),女,汉族,黑龙江虎林人,讲师,在读博士。

异构体形式发挥其生理作用,引起了人们的普遍关注。研究表明,CLA的抗癌作用及其抗氧化作用的活性形式为c9,t11 CLA(Lin等,1995)^[4],而且这种形式的异构体在奶制品上含量最高。近年来,有些学者在小鼠和大鼠中做试验,饲喂c9,t11和t10,c12两种形式的共轭亚油酸,发现c9,t11形式的CLA对小鼠和大鼠的日增重、血浆类脂浓度、体组成并没有产生影响(Gavino等,2000)^[17],而t10,c12形式的CLA明显改变了小鼠、大鼠和猪的常规体组成(Park等,1999b;Choi等,2000)^[18,19],因而推断改变小鼠体组成的CLA的活性形式是t10,c12 CLA异构体。奶牛的试验中发现t10,c12形式CLA可以抑制肥胖,也支持这一结论(Baumgard等,1999)^[20],而且t10,c12形式CLA在目前商品化的CLA复合物中含量较高,仅次于c9,t11形式CLA含量。所以,目前人们倾向认为CLA主要以c9,t11形式抗癌和抗氧化,而以t10,c12的形式改变体组成,调控脂肪代谢。

4 共轭亚油酸在养猪生产中的应用

4.1 共轭亚油酸与日增重

Chin等(1994)^[21]在小鼠上的研究表明,CLA能够提高幼龄小鼠泌乳期和断奶后的日增重。CLA对动物日增重的影响引起人们的兴趣。但随后的多项研究却否认了这一观点。Belury等(1997)^[22]的研究表明,CLA会降低小鼠的日增重,另外一些研究也得出类似的结论(West等,1998;Q'Quinn等,1999a)^[23,24]。在猪上的研究也说法不一,目前研究得出的结果是,CLA可能提高或降低猪的日增重,或者对猪的日增重没有影响,这可能是由于不同研究者所使用的CLA添加剂量、动物的品种和饲养管理等因素不同所致。CLA对动物日增重的影响尚无定论(Q'Quinn等,2000a)^[25]。

4.2 共轭亚油酸与日采食量

几乎所有的研究都表明,CLA会降低动物的采食量(Dugan等,1997;Park等,1997;Eggert等,1999c;West等,1998;Q'Quinn等,2000a)^[26-28,23,25]。有推论可能是CLA有特殊的味道导致动物厌食,或者是由于CLA能够调节食欲。其调节食欲的机制可能是CLA改变了动物的能量代谢(West等,1998)^[23]。最近的一项研究表明,CLA能够激活过氧化物酶体分化激活受体(PPAR_γ)基因的表达,该基因能够控制瘦体素(leptin)基因的转录,而leptin通过作用于下丘脑而降低神经肽Y的分泌,而神经肽Y能够调节动物的食欲致使采食量降低,因此认为CLA降低采食量的机制可能是通过调控leptin基因的转录而发挥调控作用(Houseknecht等,1998b)^[14]。

4.3 共轭亚油酸与饲料转化效率

一些研究表明,CLA能够提高饲料转化效率(Chin等,1994;Dugan等,1997;Thiel等,1998)^[21,26,29]。但也有一些研究表明,CLA对饲料转化效率没有影响(Weber等,2001)^[30]。CLA对饲料转化效率的影响尚不能确定。

4.4 共轭亚油酸与体组成

尽管所应用的实验动物和实验方法有很大区别,但几乎所有的研究都证明了一点,CLA能够改变动物的体组成,降低体脂肪含量,提高瘦肉率,并且CLA对体组成的影响主要是降低了体脂肪含量而不是促进瘦肉的沉积。CLA改变体组成的机制目前还不清楚。可能的机制是:①CLA作用于去甲肾上腺素,提高了激素敏感酯酶、肉碱棕榈酰转移酶的活性,从而促进了脂肪的分解(Pariza等,1997)^[31];②CLA抑制了肌肉和脂肪组织中脂蛋白酯酶的活性,从而抑制了脂肪的合成;③CLA降低了脂肪前体细胞的数量(Satory and Smith,1999)^[15];④CLA降低了脂肪细胞的体积(Sisk等,1998)^[32];⑤CLA降低了动物的代谢率。

4.5 共轭亚油酸与腹脂硬度

尽管不同的研究者所采用的实验方法不同,但可以确定的是:CLA可以显著提高肥育猪的腹脂硬度(Thiel等,1998;Eggert等,1999c)^[29,28]。这主要是由于CLA提高了腹脂中饱和脂肪酸的含量,降低了单一不饱和脂肪酸的含量,因此改变了饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸的比例。其机制可能是CLA抑制了肝脏中 Δ^9 -去饱和酶的活性(Lee等,1995;Li and Watkins,1998)^[33,34]。另外,就CLA本身来说,其熔点较高,约为30℃,CLA富集于腹脂中,也会相应提高腹脂硬度。

4.6 共轭亚油酸与肉质

最近的一项研究表明,饲料中添加5%的CLA,能够使肌内脂肪含量由对照组的2.53%提高到3.65%,并且提高了肉的系水力和猪肉在储藏期间颜色的稳定性,极大地改善了肉质(Joo等,2002)^[35]。但此方面的研究报道较少,需要进一步的研究加以验证。

5 共轭亚油酸与动物保健

人口、粮食、环境、健康是21世纪人类所面对的主要问题。动脉硬化、肥胖症、癌症一直是人类所面对的主要疑难病症。CLA的抗动脉硬化作用、抗癌作用以及减肥作用,引起人们的极大兴趣,CLA已成为当今医学、动物科学关注的焦点问题之一。随着CLA提取加工工艺的不断革新,CLA的价格会逐渐降低,使得它在当今医学、动物饲料中的添加成为可能。目前关于CLA产品的开发正如火如荼的进

行。在动物产品中,人们试图通过在饲料中添加 CLA,提高 CLA 在动物产品中的含量,从而开发功能性食品,提高人类健康。国外在奶牛、蛋鸡、肉鸡、肥育猪上都做过实验,初步研究表明,通过在饲料中添加 CLA 可以提高其在牛奶、鸡蛋、瘦肉和脂肪中的含量。医学研究表明,一个体重 70 kg 的人,每天摄取 0.6~3.5 g CLA 可以有效防止癌症,提高健康 (Ip 等,1994)^[36]。Thiel-Cooper 等(2001)^[37]在生长肥育猪的饲料中分别添加 0%、0.12%、0.25%、0.5%和 1%的 CLA,研究表明,随着饲料中 CLA 添加量的增加,CLA 在肌肉和皮下脂肪中的含量呈线性增加,当 CLA 的添加量达到 1%时,皮下脂肪中 CLA 的含量达到 3%以上。Joo 等(2002)^[35]的研究表明,当饲料中 CLA 添加量达到 2.5%~5%时,肌内脂肪中 CLA 的含量可达到 1.01%~1.16%。在蛋鸡上的研究表明,饲料中添加 5%的 CLA,则每枚蛋可提供 0.3~1.0 g 的共轭亚油酸 (Du 等,1999;Chamruspollert 等,1999;Du 等,2000)^[38-40]。但关于 CLA 在饲料中究竟应添加多少,才能达到其在动物产品中的最大沉积,并有效防止癌症的发生;饲料中的 CLA 在动物产品中的转化效率是多少,目前还没有定论,但相信会成为近年来动物营养研究领域中的热点。CLA 保健性食品的开发会日益引起人们的关注。

参考文献:

- [1] Ha Y L, Grimm N K, Pariza M W. *Carcinogenesis*[J],1987,8: 1881-1887.
- [2] Chin S F, Storkson J M, Liu W, *et al.* . *FASEB J* [J],1991, 5: A144.
- [3] Parodi P W. *Australian Journal of Dairy Technology* [J],1994,49: 93-97.
- [4] Lin H, Boylston T D, Chang M J, *et al.* . *Journal of Dairy Science*[J],1995, 78:2358-2365.
- [5] Ha Y L, Storkson J, Pariza M W. *Cancer Research*[J],1990, 50:1097-1101.
- [6] Ip C, Chin S F, Scimeca J A, *et al.* . *Cancer Research*[J],1991, 51:6118-6124.
- [7] Durgam V R, Fernandes G. *Cancer Letters*[J],1997, 116:121-130.
- [8] Cunningham D C, Harrison L Y, Schultz T D. *Anticancer Research*[J], 1997,17:197-204.
- [9] Ip C, Scimeca J A. *Nutrition and Cancer*[J],1997, 27:131-135.
- [10] Belury M A, Nickel K P, Bird C E, *et al.* . *Nutr Cancer*[J],1996, 26:149-157.
- [11] Cesano A, Visonneau S, Scimeca J A, *et al.* . *Anticancer Research* [J],1998, 18:833-838.
- [12] Lee K N, Kritchevsky D, Pariza M W. *Atherosclerosis*[J],1994, 108:19-25.
- [13] Nicolosi R J, Rogers E J, Kritchevsky D, *et al.* . *Artery* [J],1997, 22:266-277.
- [14] Houseknecht K L, Vanden Heuvel J P, Moya-Camarena S Y, *et al.* . *Biochemical and biophysical Research Communications* [J],1998b, 244:678-682.
- [15] Staory D L, Smith S B. *Journal of Nutrition*[J],1999, 129:92-97.
- [16] Decker E A. *Nutrition Reviews*[J],1995, 53:49-58.
- [17] Gavino V C, Gavino G, Leblanc M J, *et al.* . *J Nutr*[J],2000, 130: 27-29.
- [18] Park Y, Albright K J, Liu W, *et al.* . *Lipids*[J],1999b, 34:243-248.
- [19] Choi Y G, Kim Y C, Han Y B, *et al.* . *J Nutr*[J], 2000,130: 1920-1924.
- [20] Baumgard L, Corl B, Dwyer D, *et al.* . *J Anim Sci*[J],1999, 77 (Supplement 1):2.
- [21] Chin S F, Storkson J M, Albright K J, *et al.* . *J Nutr*[J], 1994, 124:2344-2349.
- [22] Belury M A, Kempa-Stecko A. *Lipids*[J],1997, 32:199-204.
- [23] West D B, Delany J P, Camet P M, *et al.* . *American Journal of Physiology* [J],1998,275:R667-R672.
- [24] Q'Quinn P R, Koo S I, Noh S K, *et al.* . *J Anim Sci*[J],1999a, 77 (Supplement 1):7.
- [25] Q'Quinn P R, Nelssen J L, Goodband R G, *et al.* . *J Anim Sci* [J], 2000a,78:157.
- [26] Dugan M E R, Aalhus J L, Kramer J K G. *Can J Anim Sci* [J],1997, 77:723-725.
- [27] Park Y, Albright K J, Liu W, *et al.* . *Lipids* [J],1997,32:853-858.
- [28] Eggert J M, Belury M A, Kempa-Stecko A, *et al.* . *J Anim Sci* [J],1999c, 77(Supplement 1): 117.
- [29] Thiel R L, Sparks J C, Wiegand B R, *et al.* . *J Anim Sci*[J],1998, 76(Supplement 1): 127.
- [30] Weber T E, Schinckel A P, Houseknecht K L, *et al.* . *J Anim Sci*[J], 2001,79:2542-2549.
- [31] Pariza M, Park Y, Kim S, *et al.* . *FASEB J* [J],1997,11:A139.
- [32] Sisk M, Azain M J, Hausman D B. *FASEB J* [J],1998,12: A536.
- [33] Lee K N, Storkson J M, Pariza M W. *Dietary conjugated linoleic acid changes fatty acid composition in different tissues by decreasing monounsaturated fatty acids* [M]. *IFT Book of Abstracts*,1995. 183.
- [34] Li Y, Watkins B A. *Lipids*[J],1998, 33:417-425.
- [35] Joo S T, Lee J I, Ha Y L, *et al.* . *J Anim Sci*[J],2002,80:108-112.
- [36] Ip C, Singh M, Thompson H J, *et al.* . *Cancer Research*[J],1994, 54:1212-1215.
- [37] Thiel-Cooper R L, Parrish F C, Jr, *et al.* . *J Anim Sci*[J],2001, 79:1821-1828.
- [38] Du M, Ahn D U, Sell J L. *Poultry Sci*[J],1999, 78:1639-1645.
- [39] Chamruspollert M, Sell J L. *Poultry Sci*[J],1999, 78:1138-1150.
- [40] Du M, Ahn D U, Nam K C, *et al.* . *Meat Sci*[J],2000, 56:387-395.