



羊肉的脂肪酸组成分析及脱膻技术研究

Analysis of Mutton Fatty Acid Composition and De-muttony Technology

娜仁托娅 郑晓燕 (西南大学 食品科学学院 重庆 北碚 400716)

摘要: 介绍了形成羊肉膻味的化学成分, 羊肉膻味与羊肉体脂肪酸的组成的关系, 最后综述了目前常用的羊肉脱膻技术。

关键词: 羊肉; 脂肪酸分析; 脱膻

Abstract: This article discussed the components of mutton odour, the relationship between mutton odour and component of mutton fatty acid, then outline the usual mechanism of de-muttony of mutton at present.

Key words: mutton; fatty acid analysis; De-muttony

中图分类号: TS251.1 文献标识码: A

文章编号: 1001-8123 (2007)10-0015-05

0 引言

羊肉是食药两用、营养丰富的肉类食品。但是由于羊肉的特殊气味让许多人拒食。而黑藏羊肉的膻味很小, 几乎感觉不到。本文综述了导致羊肉膻味的化学成分, 认为造成羊肉膻味的化学物质主要是低级支链脂肪酸。通过研究羊肉脂肪酸的组成特别是研究黑藏羊脂肪酸组成及变异对肉品风味形成的机理, 确定了改善肉品质量和风味关键点。改善羊肉膻味的方法众多, 但目前还没有一种适用于工业化生产的有效方法, 本文介绍了羊肉的脱膻技术研究的水平动态。

羊肉是我国传统的食药两用、营养丰富的肉类食品, 也是冬季人们进补的佳品。传统中医学认为羊肉性干热, 能增强人体热量, 具有助元阳、补精

血、疗肺虚、益劳损的功效。它对肺结核、气管炎、哮喘、贫血、产后气血两虚及其他虚寒症都有一定的疗效。肉羊的脏器如羊心蛋白质 11.5%, 脂肪 8.6%, 中医学认为它还有补心、解心气郁滞等功效。羊肚(胃)富含蛋白质、脂肪、水分、维生素 B₁、维生素 B₂、钙、磷、铁等, 其功能为补益脾胃, 治疗消瘦、反胃等症, 且可补气敛阴, 治疗盗汗、小便频多。羊肝的蛋白质含量达 18.5%, 富含维生素 A, 具有平肝养血、明目等功效。因此在古今医著里有很多应用羊肉及其脏器治病的食疗名方。根据测定, 羊肉的粗蛋白含量为 (12.8~18.6%) 低于牛肉 (16.2~19.9%), 高于猪肉 (13.5~16.4%)。粗脂肪含量为 (16~37%), 低于猪肉 (25~37%), 高于牛肉 (11~28%)。蛋白质中所含主要氨基酸的种类和数量, 符合人体生长和组织代谢的需要, 是人体所必需的完全蛋白质来源之一。最近, 瑞士科学家发现在羊肉内存在着一种抗癌物质, 这种被称为 CLA 的脂肪酸对治疗癌症有明显效果。所以, 发展养羊业, 发展羊肉及其副产品的深加工、精加工, 无论是从营养角度还是保健功能都符合社会发展的需要和人们生活的需要。从六十年代初, 某些发达国家羊肉消费水平都有不同程度的下降, 其主要原因就是羊肉本身的膻味所致, 特别是老羊肉为许多消费者所不能接受^[9]。

1 羊肉的膻味

羊肉具有一种强烈的物种风味, 这些风味对

于大多数消费者都是不愉快的。因此,风味不被消费者接受是造成羊肉消费量不高的根本原因。风味和膻味是两个截然不同的概念,风味一般指可以用来鉴别不同家畜肉品的特殊嗅觉和味觉特征。而膻味绝大多数情况下是指来自绵羊或山羊肉所散发出的使人不愉快的异味。脂肪及其脂肪酸对肉品的风味有着决定性的影响。根据 Ford and Park 的研究^[2],绵羊和山羊肉与其它的肉品都有自身的天然风味,风味的形成一般是在成年以后。12月龄的羊才开始形成其独特的风味。老羊肉和羔羊肉相比,前者的膻味要明显地大于后者^[3, 4]。在山羊上的研究也证明了这一点。

藏羊又称藏系羊,是我国三大原始绵羊品种之一,是一种肉质鲜嫩少有膻味的优质羊,其膻味很小,几乎感觉不到。主要分布在青藏高原,青海是主要产区。分布广,家畜中比重最大。青海藏羊体质健壮,善于远跑,适应高寒气候;善登山远牧,采食力强;它们遗传保守性强,有很强的适应能力,但怕热、怕潮湿。藏羊肉为藏、蒙民不可缺少的肉食^[13]。

2 形成羊肉膻味的化学成分

形成肉品风味和羊肉膻味的因素有很多,膻味和羊肉风味是决定烹调后羊肉适口性的重要指标。羧类化合物是肉品风味及异味形成的重要前体。这一类的化合物在脂肪中仅有微量存在。羊肉的膻味的主要来源是脂肪组织,特别是其中的4-辛烷和4-甲基九烷。某些脂溶性物质在风味和膻味形成中发挥着重要的作用^[4]。虽然确定羊肉风味脂溶性物质还未定论,但是目前的主要研究是集中在脂溶性物质的酸性溶解物上^[5]。挥发性支链式脂肪酸(Branched chain fatty acid, BCFA)可能是区别羔羊肉和老羊肉的重要成分,特别是4-甲基辛酸和4-甲基壬酸是羔羊和老羊肉在膻味上的区别所在^[6]。

Caporaso 等^[4]从羊的皮下脂肪中鉴别出了51种与膻味有关或与羊肉风味有关的化学物质。绝大部分与膻味形成有关的物质都来自于中性提取物(Neutral fraction)和酸性提取物(Acidic fraction)而在基本提取物中(Basic fraction)未发现这类物质存在。在51类可鉴别化合物中有14种与膻味有直接的关系。其中10种为乙醛类物质,3种为酮类,1种为内脂化合物。Kulher^[10]等研究发现,18碳饱和性脂肪酸与羊的膻味有关。

羊肉的膻味是由多种化合物综合作用形成的。在气相色谱-质谱连用技术(GC-MS)和气相色谱嗅觉评定(GC-O)所分离的数十种挥发性物质中,对羊肉膻味贡献最大的是8-10个碳原子的支链脂肪酸(BCFA),特别是4-甲基辛酸和4-甲基壬酸。除此之外,如烷基酚类,含硫酚类,硫化氢,吡啶和吡嗪等对膻味的形成也具有一定作用。孟宪敏、鲁红军等(1989)利用气相色谱分析仪对羊肉中的致膻成分进行定性定量分析,认为羊肉致膻成分的主要化学成分为C₆、C₈、C₁₀低级挥发性脂肪酸,其中C₁₀成分对羊肉膻味起主要影响作用,其含量与膻味的强度呈一定规律性地变化,且C₆、C₈、C₁₀之间比例为0.5:1:9,并在一定条件下结合成稳定的络合物或缔合物时,膻味才明显。

C.P.Brennand和R.C.Lindsay等研究了几种可引起羊肉膻味的化合物。4-甲基辛酸、4-乙基辛酸、4-甲基九碳酸等在脂肪组织中沉积的部位做了研究,4-甲基辛酸比4-甲基九碳酸在所有样本中的含量都要高,其中九碳酸的变异范围很大。4-乙基辛酸是形成山羊膻味的主要化合物,这种化合物未在其他部位脂肪组织中测出。羊肉脂肪组织中的这几类化合物的含量一般都是其他肉品的几百倍。研究还发现其他部位脂肪中这类化合物的含量很低或者未能检测出。4-甲基辛烷和4-甲基9碳酸在有些脂肪组中也有存在,但是含量很低,个体的特殊气味主要是由这些化合物和其他脂肪酸一起共同作用而产生的。支链脂肪酸在胴体脂肪组织中都有存在,它是形成羊肉特殊的化学物质,另外,烯类以及硫代酚类物质可能与形成羊肉的膻味有关^[9]。有研究发现,羊肉膻味不但由脂肪中的短链脂肪酸造成而且也与硬脂酸(C₁₈)的含量有关^[17]。因此,研究短链脂肪酸和硬脂(C₁₈)脂肪酸对于了解膻味形成有很重要的意义。

3 羊肉体脂脂肪酸与膻味

3.1 羊肉体脂脂肪酸研究现状

食用油脂中90%以上的成分是脂肪酸^[19]。传统的羊肉主要来自于成年羊,成年羊肉体脂脂肪酸的构成不同于羔羊肉,脂肪酸的营养特性也有差异。由于体脂脂肪酸组成及其特性的差异造成肉品风味的不同,成年羊肉一般有较强的羊膻味,因此成年羊肉被很多人所拒绝。肉品中脂肪含量及

脂肪酸种类及其组成直接影响肉品的质量和风味。因此,研究羊体脂脂肪酸的组成特别是研究脂肪酸对肉品风味形成的机理,是改善肉品质量和风味的关键点,更是制定反刍家畜育种方案,把握育种方向的科学依据。

各种家畜由于代谢机理不同,其体脂脂肪酸的组成和特性也不尽相同。反刍家畜体脂脂肪酸构成由于受到瘤胃微生物代谢的影响,脂肪酸的构成及特性与其他家畜相比有差异。同时,成年家畜与幼年家畜相比脂肪酸的组成上也有一定的差异。家畜胴体脂肪的含量和脂肪酸的化学特性、生理特性与其生长发育呈现出一定的关系。

3.2 构成与特性

油酸($C_{18}:1$)是羔羊皮下脂肪、肌肉脂肪中最重要的脂肪酸,占总脂肪酸的34.15%~43.75%,阉羔羊的胴体肉中该脂肪酸的水平高于公羔羊。但是,皮下脂肪中则不表现这种差异。油酸是一种单键不饱和性脂肪酸,为低血脂性的脂肪酸有降低胆固醇和低密度脂蛋白的作用(Grundy,1986),因此,被认为是一种良性的脂肪酸(Mattson and Grundy,1985)。

棕榈酸($C_{16}:0$)是一种饱和性脂肪酸,为羔羊脂肪组织中的第二位脂肪酸,占总脂肪酸的24%。棕榈酸水平在性别之间无差异(R.T.Garcial et al. 1998)。棕榈酸具有提高血脂的作用,并又此可能提高血液中的胆固醇含量。但其在肉中的含量只有1.7%,因此认为该脂肪酸不会带来显著地营养学问题(Wichhom et al, 1985)。豆蔻酸($C_{14}:0$)也是一种饱和性脂肪酸,具有提高血液中胆固醇含量的作用(keys et al.1965)。

硬脂酸($C_{18}:0$)是第三位重要的脂肪酸,皮下脂肪组织中表现差异明显,但是,各类肌肉组织中该脂肪酸没有差异。Bonamone and Grundy(1988)最近的研究发现,羊肉的硬脂酸并不提高血中胆固醇的水平和LDL的水平,其机理可能是由于该脂肪酸的消化程度很低,容易进行未饱和化作用,而转变成油酸(Keys et al.,1965),油酸没有提高胆固醇的作用。不同的性别其 $C_{18}:3$ 和 $C_{18}:2$ 的含量或水平有很大的差异,公羊胴体脂肪中这两种脂肪酸的水平高于其他性别的羊。

反刍动物体脂的另一类重要脂肪酸叫做共轭脂肪酸(Conjugated Linoleic Acids,CLA),它是十八碳酸($C_{18}:2$)的一类具有共轭顺反式结构的双键不

饱和同分异构体。自从M.W.Pariza等人^[16]首次分离并确认共轭亚油酸是一种抗癌剂以来,关于共轭亚油酸生理活性的研究一直成为人们关注的焦点。这类脂肪酸具有抑制及抗癌^[27]、抗动脉粥样硬化的作用^[28]和抗胆固醇血症的功能^[29],同时还具有改善免疫系统功能^[30]以及配备体内能量供应的作用。共轭亚油酸(CLA)主要来自于反刍家畜的肉、奶产品中。这一类脂肪酸主要是瘤胃内微生物通过对亚油酸的氢化作用产生的^[26],CLA对机体代谢具有明显地调节作用。

3.3 羊肉脂肪酸的变异

3.3.1 肉羊脂脂肪酸在品种间的遗传变异性

WJ.Boylan等^[49]研究发现,脂肪 $C_{15}:0$ (Pentadecanoic), $C_{17}:0$ (Heptadecanoic)和硬脂酸的含量在品种间存在着显著的差异,棕榈酸($C_{16}:0$)和棕榈油酸($C_{16}:1$)之比,亚油酸与硬脂酸之比也存在着显著地品种差异。Finnsheep羊的杂种F1代与当地的土种羊相比,F1代脂肪中豆蔻酸($C_{14}:0$)和油酸的含量要显著地高于其它品种。吴建平^[24]研究指出,脂肪酸在品种间或不同基因型之间所表现出的遗传变异表明脂肪酸具有鲜明的品种特征。亚油酸在品种间变异性显著,品种特征最明显。特克塞尔羊脂肪酸的品种特征表现得尤为突出,亚油酸的含量在该品种中是最高的,萨福克羊、美利奴羊以及黑面羊在脂肪酸的组成上变异显著。

3.3.2 肉羊体脂脂肪酸在年龄上的差异

年龄的影响主要就个体肥育程度而言,动物随着年龄的增长,其能量的贮存主要以脂肪为主,而贮存脂肪的脂肪酸主要以饱和性脂肪酸为主。成年羊体脂脂肪酸中以长链脂肪酸为主,硬脂酸和油酸占整个体脂脂肪酸的50%以上。亚油酸的含量随着年龄的增长而下降,而短链脂肪酸和硬脂酸的含量显著地增加。吉尔嘎拉等研究指出,随年龄的增大油酸组成增加,脂肪的味道加浓^[21]。

3.3.3 肉羊体脂脂肪酸在部位间的差异

动物体脂脂肪酸的组成变异较大,既有品种间的差异,也有部位间的差异。有研究指出,不同部位体脂中脂肪酸的组成有显著的差异,饱和性脂肪酸在肾脏脂肪中的含量极显著地高于其它部位,这是因为肾脏的温度显著地高于皮下和肌肉。同时,不饱和性脂肪酸在皮下脂肪和肌肉脂肪中的含量要明显地高于肾脏脂肪。奇数碳脂肪酸在肾脏脂肪和

皮下脂肪中的含量显著地高于肌肉脂肪^[20]。

3.3.4 肉羊体脂脂肪酸在性别间的差异

性别是影响体脂沉积以及脂肪酸组成的另一重要因素。公羊的脂肪中支链脂肪酸以及奇数短链脂肪酸的含量要高于母羊和阉羊,但是脂肪酸 $C_{16}:0$ 和 $C_{18}:0$ 的含量却要低^[23]。公羊肌肉间脂肪中 $C_{18}:2$, $C_{20}:5$ 和 $n-3$ 脂肪酸的含量显著地高于母羊,但是皮下脂肪中却未表现出显著地差异。

4 脱膻方法

4.1 国内的脱膻技术

4.1.1 民间传统脱膻法

对于羊肉脱膻的方法,民间多采用山羊肉与萝卜或红枣加水共煮后,弃去萝卜和水,再行烹调,即可达到减轻膻味的目的。或将羊肉与大蒜、辣椒、醋等同煮,也有解膻效果。板栗也可脱去羊肉膻味。

4.1.2 中草药脱膻法

利用中草药如白芷、砂仁、山楂、核桃、杏仁、绿豆等进行脱膻,让它们中的醇、酸、酚、酮等成分与致膻成分的脂肪酸反应,从而达到去腥除膻的目的。但是产品再经冷却贮藏后,膻味又重新恢复了。这说明中草药脱膻只能起到暂时的掩盖作用,而致膻物质的化学成分并未得到彻底的去除或改变其存在的特殊形式。

4.1.3 物理、化学脱膻方法

用蒸气直接喷射进行超高温杀菌,同时结合真空急骤蒸发的原理进行脱膻。

4.1.4 微生物脱膻法

目前,由山西农业大学孟宪敏教授主持的脱膻课题组,采用微生物发酵的方法对羊肉制品进行脱膻处理获得成功。其利用对人有利的乳酸菌所合成的酯酶和释放到细胞外的酯酶以及菌体裂解后释放的蛋白酶,在这些酶的协同作用下来改变膻味成分的构型及其存在形式,从而达到脱膻的目的。然后,将脱膻制品采用现代精密仪器分析的科学技术,对山羊肉的致膻成分进行定性定量分析,从而确定了山羊肉的致膻成分为 C_6 、 C_8 、 C_{10} 低级挥发性饱和脂肪酸,初步证明了羊肉中 C_{10} 组分含量与膻味强度存在着正相关的关系。

4.2 国外的脱膻技术

4.2.1 漂洗

美国马里兰州、美国农业部科学院的

Homstein 和 Growe 两位科学家专门研究肉品香味,他们通过从羊肉中去除一大类化合物(一般含羰基)的方法大大减轻羊肉的膻味。Aronymons 将羊肉脂肪溶解在己烷中。然后用 2,4-二硝基苯胍处理,使羰基沉淀。再将剩余的脂肪加热,就不产生羊肉膻味,而未加工处理的脂肪仍产生膻味^[18]。

Rhee 等^[11]用 pH8.2 的自来水漂洗搅碎的绵羊肉。方法:肉:水=1:5 和 1:7。15 分钟,4 次、15 分钟/7 次、30 分钟,4 次、30 分钟,7 次。这种漂洗程序最早起源于日本的一种鱼肉糜产品——surimi 的加工处理,用于除去肉中的亚铁血红素、肌浆蛋白、其他水溶性化合物和过多的脂肪。漂洗可以显著降低肉中脂肪的含量,同时增加水分含量,因此可以在一定程度上降低膻味的强度。例如,含有 16.4% 脂肪的羊肉样品经漂洗后脂肪残留量为漂洗前的 38%,与羊肉膻味相关的 BCFAs 含量也明显降低,4-甲基辛酸的含量降低了 72%,4-乙基辛酸降低了 89%,4-甲基壬酸降低了 69%。这种方法已在牛肉、猪肉、禽肉和一些副产品中运用。按上诉漂洗程序处理过的绵羊肉脂肪含量大大降低,无论在中性脂肪还是在磷脂中。饱和脂肪酸的含量降低,单一不饱和脂肪酸含量增加,绵羊肉的膻味显著降,膻味几乎不能感觉出来。

4.2.2 挤压处理

Rhee 等将玉米淀粉分别与羊肉、山羊肉、羔羊肉和鸡肉、牛肉混合,并采用单螺杆挤压机进行挤压处理。结果表明,所制得的产品风味没有明显差别,产品主要的风味为“米”或者“干草”的风味。这可能是因为肉类的含量下降了,并且挤压混合物在高温下离开挤压机的瞬间膨化,使风味物质挥发,同时,挤压过程中的温度和剪切力使淀粉和蛋白质降解,发生酶促褐变,形成了挤压风味,对膻味起到了掩盖作用。

5 结论

羊肉的风味是由多种化合物共同作用形成的,但 8~10 个碳原子的 BCFAs 是造成膻味的最重要因素。除此之外,如烷基酚类、含硫酚类、硫化氢、吡啶和吡嗪等对膻味的形成也具有一定作用。影响膻味强度的因素有很多,如品种、性别、年龄等宰前因素和脂肪氧化,漂洗,发酵等宰后因素和加工过程对羊肉的膻味有一定程度的影响。但到

目前为止,仍没有一种方法可以对原料肉直接进行脱膻处理,大多数的脱膻方法都仅仅是以一种羊肉产品的形式出现。

综上所述,羊肉的脱膻技术已有了很大的进展,随着科学技术的迅速发展,尤其是精密分析仪器的出现,使肉类风味的研究方法不断得到改进和完善。我们相信有了这些科学方法和先进的仪器的使用将来将会有更多的化合物从这些体系中被鉴定出来。这对肉类风味的研究和肉类工业的发展具有重大的意义。

参考文献

- [1] 郑灿龙.羊肉的营养价值及其品质的影响因素[J].肉类研究 2003 年第 1 期.
- [2] Ford, A.L. and R. J. Park. Odors and flavors in meat[M]. In: R. A. Lawrie (Ed) Development in meat science Ltd London. 1980.
- [3] Smith, G. Carpenter, Z. Lamb carcass quality III. Chemical, physical and histological measurements[J]. Journal of Animal Science, 1970, 31(4): 697~706.
- [4] Caporaso, F. Volatile flavor constituents of Ovine adipose tissue[J]. Journal of Agricultural and Food chemistry, 1997, 25(6): 1230~1234.
- [5] Wong, E., C. B. Johnson and L. M. Nixon. Mutton odor. Chem. Lond[J] (London) 1975, 4: 40.
- [6] Brennan, C. P.; Lindsay, R. C.; Distribution of volatile branched-chain fatty acids in various lamb tissues[J]. Meat Science 3(1992)4: 11~42.
- [7] 丛浦珠.质谱学在天然有机化学中的应用[M].北京:科学出版社,1987.56~59.
- [8] 余爱农,代红,陈根洪.固相萃取辅助提取—气相色谱—质谱分析烟熏腊牛、羊肉挥发性成分[J].精细化工 2005.10.
- [9] Wasserman, A. E. and A. M. Spiaelli. Effect of some water-soluble components in aroma of heated adipose tissue[J]. J. Agri Food Chem 1972, 20: 171.
- [10] KÖHLER, P. und E. KALLWEIT, Bestimmung von Fettsäurenmustern im intramuskulären Schaffett mittels Nahinfrarot-Transmissions-Spektroskopie (NIT) und ihre praktische Bedeutung für die Fleischwirtschaft[J]. Agribiological Research, 1999, 52(2), 145~154.
- [11] Rhee, K. S., Cho, S. H., Kim, J. O., Kim, M. N. (1998). J. Journal of food science. 63, 168~172.
- [12] 赵从民,宋桂芳.吃羊肉与保健[J].肉类研究,

2001(1).

- [13] 青海经济信息网.
- [14] 尹长安.羊肉风味在肉羊生产中的作用.首届中国羊业发展大会论文, 2004. 11.
- [15] 王章译.食品化学[M].第二版,中国轻工业出版社,1991,508.
- [16] Pariza, M. W., et al. Mutagens and Modulator of Mutagenesis in Fried Ground Beef, [J]. Cancer Res., 1983, 43: 2444.
- [17] Freudenreich, P.; Schlachtkörperwert und Fleischqualität von Schafen und Ziegen (carcass quality and meat quality of sheep and goats)[J] 1994.
- [18] 尹长安.羊肉风味在肉羊生产中的作用.首届中国羊业发展大会论文, 2004. 11.
- [19] 严有兵,脂肪酸的生理作用及其对其他营养成分的影响[J].肉类工业 2001.2.
- [20] 吴建平,不同肉羊品种体脂脂肪酸遗传变异性及其特性的研究[J].甘肃农业大学博士论文[D], 20
- [21] 吉尔嘎拉,双金,刘常乐等.苏尼特肉羊的肌肉和脂肪组织中脂肪酸组成的研究[J].内蒙古农牧学院学报, 1994, 15 (3): 59~63
- [22] 吴冀华,裘爱泳等.气相色谱法分析共轭亚油酸异构体[J].中国油脂 2002 27(1): 65~67 学报 1997 7(5): 350~353.
- [23] Busboom, J. R., G. J. Miller, R. A. Field, J. D. Crouse, M. L. Riley, G. E. Nelms, and C. L. Ferrell 1981. Characteristics of fat from heavy ram and weather lambs. J. Anim. Sci. 52: 83.
- [24] 张利平等.肉羊体脂脂肪酸与肉品质关系的研究[J].甘肃农业大学学报, 2000, 35(4): 363~369
- [25] 徐国珍,黑山羊脂肪酸成分测定及营养价值评价[J].山地农业生物学报 1998 17(5): 304~306.
- [26] 吴冀华,裘爱泳,共轭亚油酸的分析[J].中国油脂 2002 27(2): 12~13.
- [27] IP C, et al. Conjugated Linoleic Acid. A powerful Anticarcinogen From Animal Fat Source[J]. Cancer Suppl, 1994, 74: 1050~1054.
- [28] Lee, K. N., Kritchevsky, D., Pariza, M. W.; Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. Atherosclerosis 108(1994)19~25.
- [29] Nicolosi R J, et al. Effect of Feeding Diets Enriched in Conjugated Linoleic Acid on Lipoproteins and Aortic Atherogenesis in Hamsters [J]. Circulation, 1993, 88: 2458.
- [30] Cook, M., Pariza, M., Park, Y., Albright, K., Lin, W.: Conjugated linoleic acid (CLA) reduces body fat. Abstracts Experimental Biology 93, Washington DC, April 14~17. FASEBJ. (1993) A560.