

# 日粮对羊肉风味和品质的影响

李义海<sup>1</sup>, 张效生<sup>1</sup>, 张金龙<sup>1</sup>, 刘海军<sup>1</sup>, 董泽江<sup>2</sup>, 郝丽军<sup>2</sup>

(1. 天津市畜牧兽医研究所, 天津 300381;  
2. 天津市腾源畜牧养殖有限公司, 天津 300282)

**摘要:** 本文论述了羊肉的风味组成, 饲草、日粮营养浓度、维生素对羊肉风味和品质的影响, 着重论述了日粮中营养成分中脂肪、脂肪酸、蛋白质和氨基酸对羊肉风味的影响, 饲草当中苜蓿草、三叶草、沙葱、地椒、百里香、甘草及中草药方剂对羊肉风味的影响, 微营养素维生素 E、维生素 D、维生素 C 对羊肉品质的影响。

**关键词:** 日粮营养成分; 饲草; 微营养素; 羊肉风味; 羊肉品质

羊肉风味是指羊肉入口前对人的嗅觉、入口后对人的味觉等器官的刺激的综合感觉。它是由羊肉中风味前体物如挥发性脂肪酸、各种氨基酸在烹调过程中相互作用产生各种风味物质共同形成的, 包括滋味和香味, 滋味指肉品的咸淡和鲜味。鲜味来源于游离氨基酸、肌苷酸、核苷酸、小肽、无机盐等。对肉类风味特征产生影响的最主要因素是各种挥发性物质, 如各种挥发性脂肪酸等。具有肉类特征性香味的挥发性物质, 叫做肉类风味特征性冲击化合物, 它包括含羰基的挥发性物质和含硫脂肪酸族化合物及一些杂环化合物。

肉的品质包括持水性、pH 值、肉色、大理石花纹、肌纤维直径、嫩度剪切值、熟肉率、多汁性等。

羊肉的风味包括香味和膻味, 而品质包括肉的色泽、滴水损失、嫩度和酸败速度等, 本文就日粮对羊肉风味和品质的影响作以综述。

## 1 羊肉风味的组成

### 1.1 提供羊肉香味的化合物

具有肉类特征香味的挥发物叫做肉类风味特征性化合物, 包括含羰基的挥发性物质和含硫脂肪酸族化合物, 及含氧、氮、硫的杂环化合物。羊肉的香味与糖蛋白、核苷酸、次黄嘌呤等有密切关系, 已报道的羊肉中挥发性香味物质有烷烃、内酯、酮、醛、醇及杂环化合物, 对肉香味和风味贡献大小的各种挥发物取决于各自的香味值大小, 即浓度/阈值之比, 香味值高于 1 的挥发物对香味贡献就大一些; 香味值小于 1 的或者对总香味不产生作用, 或者与其他挥发性物质发生协同和拮抗等作用, 可间接影响羊肉的香味。对羊肉气味影响较大挥发物的基本成分可能是氨与脂肪氧化的产物, 即 2, 4-二烯反应生成物; 也可能是 2, 2-戊基吡啶, 在羊肉的香味中 3, 5-甲基-2, 4-硫杂戊烷的含量较高, 而且在羊肉香味挥发物中, 烷基取代杂环化合物有较高的浓度, 羊肉变成熟肉可产生吡啶等挥发性杂环化合物。

### 1.2 提供羊肉膻味的化合物

膻味是羊肉所具有的独特风味, 主要来自各种挥发性物质, 主要来源于脂肪中的挥发性物质。据报道涉及羊肉中的挥发性物质有 1 000 多种。羊肉脂肪中的甲基支链饱和脂肪酸, 如 4-甲基辛酸、4-乙基辛酸、4-甲基壬酸是羊肉膻味的主要贡献物质。有人将 C6、C8、C10 等低级挥发性脂肪酸, 视做羊肉致膻的主要成分, 而 C10 起主要作用。

酚类化合物也有助于羊肉膻味的形成,挥发性烷基酚在脂肪中对羊肉风味的影响比其他化合物包括烷基酚和异丙基苯酚更大;支链中的脂肪酸和苯酚这种混合物会产生舍饲羊的羊肉气味——膻味,高浓度的硫酚会产生特殊的焦硫气味,从而导致羊肉膻味增加。羊肉的膻味不仅由脂肪中的短链脂肪酸引起,还与硬脂酸含量有关。一些脂溶性物质在膻味形成中起重要作用。已经从绵羊的皮下脂肪中鉴定出 51 种与绵羊膻味相关的化学物质,其中 14 种与膻味直接相关。一些脂肪酸如 4-甲基辛酸和 4-甲基癸酸与山羊的膻味有关,其中膻味最重的公山羊可能与高浓度噻吩有关。

也有研究证明羊肉的膻味是由羰基化合物引起的。

## 2 饲草对羊肉风味的影响

有研究表明,在单一牧草品种放牧或饲喂单一品种的牧草的牛羊通常在屠宰后,其肉味上存在差异。如果使用不同的单一饲料,特别是一些气味浓烈且颜色较深的牧草,会影响肉的风味。如青贮、酒糟等长期喂养畜禽,其屠宰后胴体的异味较大,给肉牛饲喂高能量的玉米,体内脂肪的颜色较深。许多研究已经证实,牧草和饲料中的气味最终会在牲畜和家禽体内以及肉类中产生残留。

### 2.1 常规饲草对羊肉风味的影响

常规饲草包括苜蓿草、三叶草、黑麦草和农作物秸秆等,长期饲喂同一种牧草会在体内存留相应的味道。

#### 2.1.1 苜蓿草

有关苜蓿草对羊肉膻味的影响说法不一,一些研究表明,在苜蓿草地上放牧的羊的胴体膻味要比在黑麦草草地上放牧的大。但是也有研究说明,苜蓿草对羊肉的膻味没有影响。饲喂干燥苜蓿对羊肉的风味没有影响。

有报道用苜蓿草添加一定的豆饼饲料,所产生羊胴体的风味变差。膻味与苜蓿草的摄入量有很高的相关性。此外,研究还发现,草地的质量对胴体的膻味有影响。在生长良好的苜蓿草地上放牧的羊比在生长不良的苜蓿草地上放牧的羊的膻味少。因此,专家建议羔羊在其生长的早期阶段应在苜蓿草地上放牧,促进其生长,然后转移到黑麦草或其他草地上,这样不仅提高了羔羊的生长速度,也不至于由于膻味的加强而降低羊肉的品质。这里需要提醒的是,膻味是一种主观性非常强的指标,在不同场合所描述的气味可能会出现较大的差异。

#### 2.1.2 三叶草

三叶草饲喂羊其瘤胃中挥发性脂肪酸含量高于饲喂黑麦草,也比饲喂谷物的羊高。羊饲喂三叶草,胴体内类萜化合物、醛类化合物和短链脂肪酸如 C<sub>2</sub>、C<sub>5</sub>、C<sub>6</sub>、C<sub>7</sub>、C<sub>8</sub>、C<sub>9</sub>、C<sub>10</sub>、C<sub>12</sub> 等化合物含量较高。研究指出,类萜化合物是三叶草饲喂家畜瘤胃的发酵产物。

饲喂白花三叶草的羊其瘤胃中挥发性脂肪酸的含量要比饲喂黑麦草的羊高出近 2 倍,通过分析皮下脂肪组织和肌间脂肪组织中的脂肪酸来看,来自 2 种不同饲草造成的胴体脂肪酸的主要差异是喂食黑麦草的羊脂肪中短链脂肪酸和 C<sub>15:0</sub> 支链脂肪酸含量显著增加。另外,皮下脂肪组织中的 C<sub>18:0</sub> 和 C<sub>18:1</sub> 水平也显著增加。

据报道,三叶草的采食量增加会加重羊肉的膻味。羔羊在三叶草的草地上放牧,它们的胴体膻味明显大于黑麦草草地上放牧的羔羊。

### 2.2 风味植物

甘草、洋葱、百里香、黄芪、麻黄、锦鸡儿、薄荷、沙棘等植物不仅可以用作药材,同时含有高蛋白质,富含粗脂肪、氨基酸和矿物质元素,是家畜的优良饲料植物,这些植物饲喂家畜后可改变肉的风味,因此被定义为风味植物。

#### 2.2.1 沙葱和地椒

据卢媛报道,给试验羊饲喂一定数量的沙葱冻干粉和地椒冻干粉进行饲养和屠宰试验,研究了沙

葱和地椒冻干粉对绵羊生产性能的影响以及羊肉成分和风味的影响。由于沙葱中含有大量的大蒜素类有机物, 试验中特别设置了 3 种不同浓度的大蒜素处理组。试验结果表明, 添加这两种冻干牧草和大蒜素对试验绵羊的日增重、屠宰率、pH 值、粗蛋白、棕榈酸和油酸含量均有一定的提高, 尤其是不饱和脂肪酸的含量。

赵丽华研究结果表明, 添加沙葱和油料籽实对羊肉的熟肉率、失水率和 pH 值的影响差异不显著, 试验结果显示沙葱具有良好的保水性、屠宰品率和加工特性, 沙葱和油料籽实的互作可以提高羊肉的嫩度。

### 2.2.2 百里香

百里香, 也被称为麝香草、地椒, 是一种多年生矮化灌木状草本, 属于唇形科的百里香属。具有浓郁的香气, 也可以用作药草, 是一种广泛使用的香料植物。百里香属植物主要分布在西北地区, 集中在宁夏南部的山区。百里香香味较浓, 羊比较爱吃, 经常采食百里香的羊其肉味道鲜美。

康艳梅研究表明, 日粮中添加 10% 百里香可使滩羊肌肉中脂肪含量提高 7.5%, 因此, 百里香通过增加肌肉中的脂肪量来改善肌肉的味道和风味。据报道, 日粮中添加百里香显著提高了滩羊肉肌苷酸的含量, 且肌苷酸含量随着百里香添加量的增加而增加, 因此, 通过添加适量的百里香可提高羊肉中肌苷酸的含量, 增加羊肉的鲜味化合物, 因此增加羊肉鲜味和风味。研究还表明, 百里香显著增加了滩羊肌肉中总脂肪酸的含量, 其作用大小与日粮中添加百里香剂量有关, 添加量越高脂肪酸含量的提高越明显。百里香还可以通过增加肉中具有芳香烃气味且阈值较低的萜烯类和芳香族化合物含量来改善滩羊肉的风味。研究表明, 风味物质增强了羊肉中的脂肪含量及鲜味物质肌苷酸的含量, 改善了羊肉的鲜味和风味。

## 2.3 中草药

研究表明, 把中草药加工成饲料添加剂, 不仅可以改善畜禽机体的代谢功能, 提高免疫力, 预防畜禽疾病, 促进生长发育, 还可以提高畜产品的品质和风味。中草药可以提高肌肉中鲜味、甜味氨基酸、肌苷酸和脂肪酸的含量, 其中多数中草药具有抗氧化特性, 如许多山白唇形科的植物, 百里香、迷迭香、止痢草、牛至草、薄荷等, 都具有很强的抗氧化性, 可以有效减缓畜禽肌肉中不饱和脂肪酸的氧化酸败, 从而延长畜禽肉的新鲜度。中草药起源于大自然界, 保持了天然结构和活力, 具有多功能性, 无毒副作用, 无抗药性和药物残留, 用中草药作为饲料添加剂来改善羊肉的产品品质, 对确保人类健康和生态环境平衡具有重要意义。

### 2.3.1 甘草

甘草具有抗寒、抗热、抗旱、抗盐碱等优良特性, 在干旱的沙质轻盐化棕钙土和灰钙土上生长。甘草作为一种优良的中草药和豆科牧草, 是干旱、半干旱地区牲畜补充性草料。甘草广泛分布于我国西北、华北、东北等地区。甘草地上部分的茎叶, 粗蛋白含量和粗脂肪含量较高, 粗纤维含量较低, 且含有多种氨基酸、常量元素和微量元素, 因此营养价值很高。甘草粗蛋白类似于豆科牧草、紫花苜蓿草和柠条锦鸡儿。

薛正芬等试验结果表明, 利用甘草茎叶饲喂羔羊, 改善了蛋白质的代谢状况, 促进了蛋白质的吸收和沉积, 提高了羔羊的生长速度, 降低了血清中甘油三酯和总胆固醇的含量。张巧娥等在滩羊日粮中添加甘草提取物, 可提高滩羊的日增重、胴体重和屠宰率, 试验表明甘草提取物可降低滩羊肉失水率、提高熟肉率的趋势, 且试验组 pH 值较对照组稍高, 说明试验组添加的甘草提取物可减缓羊肉氧化酸败, 有效降低屠宰后滩羊肉中肌糖原降解率, 保证羊肉嫩度和新鲜度, 提高滩羊肉品质。

### 2.3.2 中草药方剂

中草药方剂在提高动物生长速度、增强动物机体免疫力、预防动物疾病、改善动物繁殖功能、促进营养消化和代谢吸收、抵抗各种应激、提高肉质等方面具有良好的效果。

一些试验表明, 某些中草药方剂可增加肌肉脂肪含量, 提高肌肉的多汁性、嫩度和鲜味。据罗燕报道, 给试验组羊按基础日粮 1% 的添加量分别添加中草药添加剂配方 1 (陈皮、丁香等)、配方 2 (苍

术、陈皮等)和配方3(肉桂、苍术、茴香等),以粗粉添加。试验表明,3种中草药配方可以增加羊的采食量,增加羊肉中的脂肪含量,提高羊肉的多汁性和适口性;方剂2、3组与空白对照组相比,可及显著降低肌纤维直径、增加肌纤维密度,表明方剂2、3能显著改善绵羊肉的嫩度和品质;试验表明,3种中草药配方不同程度地提高了羊肉中肌苷酸和肌苷的含量,配方3对增加肉的鲜味更为明显,表明它可以改善羊肉的风味。

### 3 日粮中的营养浓度对羊肉风味的影响

营养水平和日粮成分可以使肌肉成分差异很大,高能量水平对肌肉脂肪的含量影响最为明显,在和牛育肥后期精料量可占日粮量80%以上,从而提高日粮中能量含量,促使皮下和体内沉积更多的脂肪,生产更多的高档雪花肉。在羊饲料中增加能量和蛋白质饲料,就能增加体内脂肪的沉积量,使肉的横切面呈现大理石花纹状,其风味和质地均较佳。给羊饲喂高能量饲料,会造成羊肉硬度的下降,而肉脂中脂肪酸的含量会提高,饲喂低能量高蛋白饲料,会使羊肉的膻味增加。

#### 3.1 脂肪和脂肪酸

研究表明,反刍动物体内脂肪酸的组成可以通过改变饲料脂肪的组成来改变。给牛羊饲喂不同的能量饲料,可使其体内不饱和脂肪酸的成分和含量发生改变。例如,将油菜籽喂给牛羊可显著降低棕榈酸含量并增加硬脂酸含量。它也可以提高亚油酸含量。用高能饲料喂羊可以减少长链饱和脂肪酸的比例,导致脂肪变软,降低脂肪的熔点。在羔羊日粮中添加不同含量的红花油,其结果使羔羊体内脂肪中亚油酸的含量随着红花油添加量的增加而增加,而油酸含量依次减少。Solomon等研究表明,在羔羊日粮中加入棕榈酸可以增加肌肉组织和脂肪组织中饱和脂肪酸的含量。研究表明,在日粮中适量添加全脂亚麻籽或油菜籽、向日葵籽、炒熟的全脂大豆等物质,可降低易氧化的多不饱和脂肪酸的量,提高稳定的多不饱和脂肪酸的量,避免脂肪的氧化酸败而使肉产生异味。据韩学平报道,给羊在基础日粮中分别饲喂红花籽、油菜籽、向日葵籽和胡麻子,结果红花籽能使肌肉脂肪中单不饱和脂肪酸含量极显著增加,但对肌肉中多不饱和脂肪酸含量无显著影响,而其他油料种子也有增加单不饱和脂肪酸含量的趋势,但变化不明显。

对肉品风味起着决定性作用的是脂肪及其脂肪酸的组成。不饱和脂肪酸的氧化酸败是影响肉的风味一个重要原因,而饲料中能量饲料的种类、加工特性及脂肪含量高低是直接影响肉品不饱和脂肪酸含量的重要因素,饲料中油脂的脂肪酸组成可直接影响体内脂肪沉积的成分,进而影响畜禽体脂的脂肪酸组成。给羊单方面饲喂鱼粉、生大豆,可增加肉中多不饱和脂肪酸的含量,但也会导致异味增加。在羊肉风味方面,高能日粮比低能日粮更能产生合宜的肉品风味。研究表明,高能日粮可使羊肉脂肪柔软,熔点降低,获得较好的风味。Field等报道,喂食高能量饲料的放牧羊比单独放牧的羊具有更好的胴体风味,但也发现放牧羊喂了保护型油,羊肉的气味和风味指数都下降了。Park等证实了这一点,认为这主要是由于存在特殊的挥发性物质,衍生于含亚油酸较高的脂肪中,可使羊的2,4-癸二烯醛含量高于圈养或放牧羊一个数量级。

#### 3.2 蛋白质与氨基酸

肌肉中的氨基酸含量及其组成与肉的香味有直接关系,而日粮中蛋白质饲料氨基酸的组成直接影响畜禽肌肉中氨基酸的组成。降低蛋白质摄入量可导致胴体脂肪含量增加,蛋白质或氨基酸水平增加,瘦肉百分比显著增加,但肉的嫩度降低。低蛋白饲料可减少胶原蛋白合成量,不利于胶原蛋白交联结构的生成,进而达到改善肌肉的嫩度目的。

孙永成报道,在中等和高能量水平日粮下,增加蛋白质水平可以显著提高羔羊肉的氨基酸水平并提高羊肉品质。据李耀忠等报道,羔羊肉中的天门冬氨酸、丝氨酸、苏氨酸、谷氨酸、亮氨酸、胱氨酸、酪氨酸等13种氨基酸与肌肉中的氨基酸有很强的相关性。对于成年滩羊,饲料中酪氨酸与肌肉中酪氨酸含量呈强相关性。另据报道,饲料中添加某些特定的氨基酸,会影响畜禽胴体肌肉组织的物

理和化学特性,甚至畜禽肉的品质,补充赖氨酸可以增加肌肉体积和肌肉纤维直径,增加背最长肌肉面积并减少肌肉的多汁性和嫩度。

## 4 维生素对羊肉品质的影响

### 4.1 维生素 E

维生素 E 具有抗氧化功能,畜禽胴体内的维生素 E 可保护细胞膜的完整性,防止细胞液外流,减缓不饱和脂肪酸的氧化酸败。因此在畜禽饲料中添加高水平的维生素 E,可较长时间保持畜禽肉的多汁性、新鲜外观和颜色,降低滴水损失,长时间保持肉的嫩度和风味。

日粮中添加维生素 E,可以显著减少肌肉中  $\text{Ca}^{2+}$  的释放,降低糖酵解速度,并抑制线粒体中磷脂酶  $\text{A}_2$  的活性。从而防止 PSE 肉(有汁液渗出的肉)产生。维生素 E 能改善肉色并保持肉色的稳定性,主要是因为它可以防止肌红蛋白或氧合肌红蛋白氧化为正常肌红蛋白。Mitsumoto 等研究结果表明,在饲料中添加维生素 E 对肉类的颜色和脂质稳定性的影响要明显好于给肉品直接添加维生素 E 的效果。

据罗海玲等报道,饲料中补充维生素 E 可改善红细胞膜的流动性,维持细胞膜的完整性,改善血清和肌肉组织中的抗氧化特性,保护肌肉组织中的多不饱和脂肪酸免受氧化,改善羊肉质量,减少羊肉水份流失并增加肌肉质量,提高了共轭亚油酸和不饱和脂肪酸的含量,因此降低了与膻味有关的硬脂酸和短链脂肪酸的含量。Mitsumoto 等报道,日本黑牛在屠宰前 1 周喂食生育酚 5 000 mg/d,与对照组相比,其滴水损失显著减少,并保持肉色稳定 5~10 d,差异极显著。

### 4.2 维生素 D

据董文娟报道,把 4 月龄杂交公羔羊分成两批进行试验,第一批分成 3 个试验组分别于宰前 7 d 在基础日粮中每日每只添加维生素  $\text{D}_3$   $0.5 \times 10^6$  IU、 $0.75 \times 10^6$  IU、 $1.0 \times 10^6$  IU;第二批的另外 3 个试验组分别于宰前 10 d 在基础日粮中每日每只添加维生素  $\text{D}_3$   $0.5 \times 10^6$  IU、 $0.75 \times 10^6$  IU、 $1.0 \times 10^6$  IU,试验结果表明,维生素  $\text{D}_3$  对羊肉的 pH 值并无明显影响。试验组熟肉率、肌肉总色素和滴水损失均好于对照组,但差异不显著 ( $P>0.05$ )。此次试验也证明,宰前补饲维生素  $\text{D}_3$  确实能改善羊肉嫩度。

### 4.3 维生素 C

维生素 C 也叫抗坏血酸,是动物生长发育和繁殖必不可少的营养因子,维生素 C 与维生素 E 在抗应激和提高免疫功能上,存在协同作用。维生素 C 还参与去甲肾上腺素和多巴胺的合成,促进抗体产生,提高白细胞吞噬能力,可提高机体免疫力,减少发病率。

除了其自身的免疫功能之外,维生素 C 还能将被氧化的维生素 E 变为还原状态并继续起作用。Moser 和 Bendich 报道,维生素 C 是细胞膜外液最主要抗氧化剂,可有效清除超氧阴离子自由基、羟基自由基、过氧化氢、单线态氧和脂质过氧化物自由基,因此是有效抗活性氧自由基,从而保护生物膜免遭过氧化物的损伤,故提高日粮中维生素 C 含量有利于减少 PSE 肉、DFD(干、硬、黑猪肉)的发生。

据报道,在猪饲料中补充大量的维生素 C 可以减缓屠宰后肌肉 pH 值的下降速度并提高猪肉的质量;有研究表明为减少 PSE 肉的发生率,日粮维生素 C 添加量要大于 50 mg/kg,然而,维生素 C 在日粮中的稳定性差,不容易在猪肉中沉积,从而限制了其对肉质氧化稳定性的提高。

维生素 C 改善羊肉品质的报道还鲜见有报道,尤其把维生素 D、维生素 E 和维生素 C 一起饲喂来改善羊肉的品质报道还未见有报道。