

# 杏鲍菇对小尾寒羊生长性能及背最长肌中脂肪酸成分的影响

王吉峰<sup>1</sup> 牛力斌<sup>1</sup> 庄桂玉<sup>2</sup> 李俊<sup>1\*</sup>

1. 中国农业科学院饲料研究所, 北京 100081; 2. 山东省青岛西海岸新区农业农村局, 山东青岛, 266400

**摘要** 试验选取 80 只健康、体重  $18.39 \pm 2.31$  kg 的 3 月龄小尾寒羊, 随机分为 4 个处理组, 每个处理组 4 个重复, 每个重复 5 只。试验 I 组饲喂基础日粮(精料 + 粗饲料), 试验 II 组在基础日粮中 5% 杏鲍菇菌糠替代麸皮 + 精料 + 粗饲料, 试验 III 组 10% 杏鲍菇菌糠替代麸皮 + 精料 + 粗饲料, 试验 IV 组 15% 杏鲍菇菌糠替代麸皮 + 精料 + 粗饲料。整个试验期为 105 d, 其中预试期 15 d, 正试期 90 d。试验结束后, 每组随机选取 4 只体重相近的羊只, 取背最长肌样品检测脂肪酸和挥发性风味物质组分, 以期研究杏鲍菇菌糠对小尾寒羊生长性能以及背最长肌脂肪酸的影响。试验结果显示: IV 组中油酸、肉豆蔻油酸的含量显著高于 I 组, 多不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比例(PUFA/SFA)显著低于 I 组, 杏鲍菇菌糠均能够不同程度地提高背最长肌中油酸、肉豆蔻油酸的含量, 降低 PUFA/SFA 的含量, 从而改善羊肉脂肪酸组成。

**关键词** 杏鲍菇菌糠; 肉羊; 脂肪酸; 挥发性风味物质; 生长性能

随着我国集约化养羊模式的发展, 羊肉品质和风味较放牧模式下有所改变<sup>[1]</sup>, 舍饲条件下改善羊肉品质与风味的研究备受关注。杏鲍菇碳水化合物 8.3%、蛋白质 1.3%, 脂肪含量 1%, 膳食纤维 2.1%, 富含矿物质元素、维生素, 是一种颇受大家青睐的营养食品。杏鲍菇还具有良好的抗氧化和抗肿瘤作

用。随着杏鲍菇大量栽培及产业的快速发展, 源源不断产生的废弃料菌糠的开发利用也日益受到重视, 为缓减资源浪费及环境污染, 对菌糠合理开发利用的问题亟待解决。脂肪酸组成包括短链脂肪酸、硬脂酸和不饱和脂肪酸的氧化降解物, 与羊肉风味具有潜在的联系<sup>[2-3]</sup>。羊肉中脂肪酸的组成是影

收稿日期: 2020-04-23

基金项目: 农业农村部饲料质量安全监管项目

\* 通讯作者

王吉峰, 女, 1972 年生, 博士, 副研究员。

## 4 结 论

综上所述, 孕酮的含量变化比较稳定且有规律, 而 FSH、LH 的测定值很不稳定, 其规律不易把握。这可能是与 FSH、LH 的分泌方式有关(其脉冲式分泌), 另外 FSH 和 LH 的测定要求比较严格, 其保存方式也可能影响其数值。同时, 对于同一品种的母犬来说, FSH、LH 的差异很大, 把握其规律从而更好地服务于犬的饲养和繁殖, 同时可以指导我们进一步来确定排卵时间, 为犬的人工受精和胚胎移植奠定基础。

## 参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国卫生部医政司. 全国临床试验操作规程 [M]. 南京: 东南大学出版社, 1997.
- [2] 王力光. 董艳军. 犬的繁殖与产科 [M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2000.
- [3] 王强, 朱海东, 葛铭, 等. FSH 和 PMSG 对犬发情诱导效果比较 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2003(11): 57.
- [4] NELSON R W, COUTO G. Essentials of small animal inter2nal medicine [M]. 北京: 科学技术出版社, 2002.
- [5] 陈龙如. 如何确定母犬的最佳配种期 [J]. 农村养殖技术, 2003(6): 19.
- [6] 王力光, 董艳军. 犬的繁殖与产科 [M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2000.

【责任编辑: 胡 敏】

响羊肉品质的重要指标之一,也是分辨羊肉中挥发性风味物质的前体物之一。本试验旨在探究日粮中添加杏鲍菇菌糠对小尾寒羊背最长肌脂肪酸和挥发性风味物质的影响,以期为舍饲肉羊饲料的研发提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

选用平泉县当地杏鲍菇种植场杏鲍菇菌糠经太阳晒干(或烘干),粉碎待用。选取 3 月龄小尾寒羊公羊 80 只,试验采用单因素完全随机设计,随机分为 4 组,每组 20 只。分别饲喂精料+粗饲料(传统饲养)、基础日粮中 5%杏鲍菇菌糠替代麸皮+精料+粗饲料、10%杏鲍菇菌糠替代麸皮+精料+粗饲料、15%杏鲍菇菌糠替代麸皮+精料+粗饲料。饲养试验期 105 d,其中预试期 15 d,正试期 90 d,测定体重、干物质、采食量等指标。

### 1.2 试验地点与时间

平泉养殖场,2019 年 4 月 5 日-10 月 25 日期间进行试验。供试羊只及分组:选择健康无病、体况良好、体重约为 20 kg、3 月龄左右的小尾寒羊,随机分组。

### 1.3 日粮组成

按照平泉当地养羊实际情况,以玉米秸秆、小麦秸秆等粗饲料为主,精料为辅,开展小尾寒羊育肥试验。本试验日粮参照 NRC(2007)肉羊营养需要中代谢能(ME)和粗蛋白(CP)的推荐量,各种营养水平除

ME 外均按饲料原料实际测定数据计算(表 1)。

### 1.4 饲养管理

试验采用单因素完全随机设计,根据体重将羊只随机分组,正试期开始前试验羊称重。每天分 2 次在 07:00 和 18:00 进行饲喂,每天测定自由采食量(采集日粮样和剩料样、称重),自由饮水,试验中期、结束时称量体重。

### 1.5 样品采集

在饲养试验结束后,每组随机选取 4 只体重相近的羊只(每个重复选 1 只羊),经检疫合格之后,参照刘志芳等<sup>[4]</sup>的方式进行屠宰(宰前 24 h 禁食、2 h 禁水)。宰后取背最长肌样品去除筋膜,用锡纸包裹,-20 ℃冰箱保存。

### 1.6 指标测定

对羊肉样品中背最长肌样品脂肪酸组成进行测定。取样:取背最长肌组织样品,将筋膜和脂肪组织修剪去除,手工切成 0.3 cm×0.3 cm 小肉丁,用液氮进行速冻,取出后将样品迅速放入加入冷冻混合振荡研磨仪中研磨至粉末状。称取 1 g 粉末,加入 2 mL 氢氧化钠和甲醇混合溶液,并加入 100 μL 内标液十九烷酸甲酯,将样品于 85 ℃恒温水浴 30 min,再加入 3 mL 三氟化硼甲醇混合溶液,于 85 ℃恒温水浴 30 min,冷却至室温后,取 1 mL 正己烷加入试管,振荡、萃取、静置后,取 100 μL 上清液,用正己烷定容至 1 mL,上机测试。制备好的脂肪酸甲酯用气相色谱(GC-2010)分析,毛细管色谱柱 TG-5MS(100 m×0.25 mm×0.25 μm)。柱温箱温度:起始温度 80 ℃,保持 1 min,以 10 ℃/min 的速率升至 200 ℃,再以 5 ℃/min 的速率升至 250 ℃,最后以 2 ℃/min 的速率升至 280 ℃,保持 3 min。载气:氦气;载气流速:1.2 mL/min;进样口温度:290 ℃,不分流进样;离子源温度:280 ℃;传输线温度:280 ℃;进样量:1.0 μL。脂肪酸按照已知质量浓度的脂肪酸甲酯混标的峰面积定量。

### 1.7 数据分析

利用 Excel 软件进行数据整理,对各处理组采

表 1 基础日粮配方及营养水平

饲料原料	比例/%	营养水平	含量
玉米	54	代谢能/(MJ/kg)	13.18
麸皮	26	有机物/%	94.01
菜籽粕	11	粗蛋白/%	15.12
豆粕	7	钙/%	1.00
预混料	1	磷/%	0.77
食盐	1	中性洗涤纤维/%	45.40
		酸性洗涤纤维/%	32.52

表 2 菌糠对小尾寒羊增重的影响

组别	始重/kg	末重/kg	平均增重/kg	平均日增重/(g/d)	日均采食量/(kg/d)
试验 I 组	18.34±2.16a	27.33±2.55a	9.47±1.79a	131.52±12.22a	1.53±0.19a
试验 II 组	18.54±2.66a	28.45±2.41a	9.66±1.84a	172.14±12.51a	1.51±0.21a
试验 III 组	18.43±2.01a	28.91±2.12a	9.44±2.11a	175.32±13.24a	1.48±0.18ab
试验 IV 组	18.39±1.93a	27.41±1.95a	9.04±2.18a	178.89±17.43a	1.41±0.17ab

注:同列标注的不同小写字母表示差异显著(P<0.05),相同字母表示差异不显著(P>0.05),下同。

表 3 杏鲍菇菌糠对肉羊背最长肌脂肪酸组成和含量的影响 mg/kg

指标	试验 I 组	试验 II 组	试验 III 组	试验 IV 组
羊蜡酸 C10:0	5.65	5.32	5.57	5.45
十一烷酸 C11:0	0.34	0.31	0.27	0.25
月桂酸 C12:0	8.55	8.66	8.62	8.67
银杏酸 C13:0	0.72	0.74	0.76	0.78
肉豆蔻酸 C14:0	201.12	202.26	205.22	202.52
十五烷酸 C15:0	34.32	37.44	36.74	35.54
棕榈酸 C16:0	2 512.12	2 520.55	2 545.25	2 454.65
十七烷酸 C17:0	537.77	544.14	552.79	535.25
硬脂酸 C18:0	667.96	658.87	648.44	645.32
花生酸 C20:0	6.07	6.01	5.93	5.91
二十一碳酸 C21:0	0.41	0.42	0.49	0.48
山嵛酸 C22:0	1.32	1.29	1.34	1.31
二十三碳酸 C23:0	1.31	1.34	1.31	1.29
顺-10-十五烯酸 C15:1cis	265.33	267.17	276.82	278.85
肉豆蔻油酸 C14:1	22.17a	22.25a	23.58a	24.65b
棕榈一烯酸 C16:1	255.13	235.26	237.89	241.21
顺-10-十七烯酸 C17:1cis	75.24	81.25	87.12	88.01
油酸 C18:1n-9	1 414.41a	1 459.01a	1 491.45a	1 510.47b
花生一烯酸 C20:1	6.81	7.11	6.56	7.41
芥酸 C22:1n-9	17.11	17.91	17.24	18.15
神经酸 C24:1	2.12	2.09	2.15	2.21
亚油酸 C18:2n-6	710.14a	720.32ab	725.92ab	731.25b
α-亚麻酸 C18:3n-3	111.12	116.85	118.68	120.65
γ-亚麻酸 C18:3n-6	6.21	6.52	6.85	6.58
花生二烯酸 C20:2	6.4	6.41	6.21	6.94
二十碳三烯酸 C20:3n-3	21.56	26.51	22.62	23.33
花生四烯酸 C20:4n-6	511.51	513.52	512.44	519.54
二十碳五烯酸 C20:5n-3(EPA)	54.52	57.54	56.23	57.45
二十二碳六烯酸 C22:6n-3(DHA)	18.85	21.84	21.91	21.94
饱和脂肪酸 SFA	3 977.66	3 987.35	4 012.73	3 897.42
单不饱和脂肪酸 MUFA	2 058.32	2 092.05	2 142.81	2 170.96
多不饱和脂肪酸 PUFA	1 460.31	1 469.51	1 470.86	1 477.68
多不饱和脂肪酸/饱和脂肪酸 PUFA /SFA	0.37a	0.37a	0.37a	0.38b

用 SAS 10.3 软件中的 ANOVA 程序进行单因素方差分析,各处理组挥发性风味物质含量用“平均值±标准差”的形式表示, $P<0.05$  为差异显著,各处理组羊肉背最长肌样品中主要风味物质含量与不饱和脂肪酸含量差异显著时用 Duncan's 进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 杏鲍菇菌糠对肉羊生长性能的影响

由表 2 可知,传统饲养小尾寒羊试验组、基础日粮中分别添加 5%、10%、15%杏鲍菇菌糠替代麸

皮的 4 个试验组日均采食量无显著差异 ( $P>0.05$ ),各处理组间肉羊日均增重无显著差异 ( $P>0.05$ )。

### 2.2 杏鲍菇菌糠对肉羊背最长肌脂肪酸组成和含量的影响

由表 3 可知,4 个试验组肉羊背最长肌中饱和脂肪酸含量无显著差异 ( $P>0.05$ ),个别不饱和脂肪酸存在显著差异 ( $P<0.05$ ),其中 IV 组中油酸、肉豆蔻油酸的含量显著高于 I 组 ( $P<0.05$ ),其他不饱和脂肪酸差异均不显著 ( $P>0.05$ )。IV 组 PUFA /SFA 值显著低于 I 组 ( $P<0.05$ )。

### 3 讨论

#### 3.1 杏鲍菇菌糠对小尾寒羊生产性能背最长肌脂肪酸组成的影响

试验结果表明,日粮中添加杏鲍菇菌糠各处理组小尾寒羊平均日增重无显著影响,平均日采食量有降低趋势,但差异不显著( $P>0.05$ )。脂肪酸组成作为评价肉品质的重要指标之一,其中 2 个重要指标是不饱和脂肪酸的含量以及多不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比例(PUFA/SFA)。如果不饱和脂肪酸的含量高且 PUFA/SFA 值高于 0.4 时,一般被认为肉品质较高。本试验中,在小尾寒羊日粮中添加适量杏鲍菇菌糠,结果表明小尾寒羊背最长肌中饱和脂肪酸 SFA 含量显著降低,尤其是硬脂酸(羊肉膻味相关脂肪酸)的含量,样品中不饱和脂肪酸的含量有所增加,尤其是油酸的含量,在一定程度上对羊肉脂肪酸组成有所改善<sup>[5]</sup>。杏鲍菇菌糠中的活性成分(如多糖类化合物)具有抗氧化的生物学活性功能,能够降低瘤胃微生物的氢化作用,促进多不饱和脂肪酸在肉羊肌肉中的沉积,同时这也可能是试验Ⅳ组 PUFA/SFA 值升高的原因之一。PUFA/SFA 值作为衡量肉品脂肪酸组成重要的指标之一,当其值大于 0.4 时会降低机体患脑血管疾病的风险<sup>[6]</sup>。本试验结果表明,饲喂 15% 杏鲍菇菌糠的肉羊,能够不同程度地提高背最长肌中单不饱和脂肪酸(MUFA)的含量,提高 PUFA/SFA 比值,从而改善羊肉脂肪酸组成。菌糠作为肉羊饲料使用,可以有利于拓展肉羊饲料来源,发展节粮型畜牧业,延长食用菌产业链,为循环经济发展开拓新途径<sup>[7]</sup>。

#### 3.2 杏鲍菇菌糠资源利用及前景

由于杏鲍菇菌糠一定程度上影响羊只的食欲和采食量,杏鲍菇菌糠取代麸皮也不宜过多,经过加工和对羊进行适口性锻炼,可替代部分麸皮,菌糠取代 15% 麸皮进行绵羊全舍饲育肥是可行的。推广菌糠饲喂反刍动物的模式,发展节粮型畜牧业,走可持续发展的道路,因地制宜,在养菇区和农区开发菌糠作为新的饲料资源,使菌糠的潜在价值得以体现,做到原料的循环利用并提高产业效益。提高菌糠的利用程度,促进资源再利用,提升经济价值,增加农牧民收入,扩展食用菌栽培产业链,保障农牧业生产和环境保护协调发展,形成农业生态的良性循环,促进发展生态效益型农业和循环农业具有重要作用和意义。

#### 参 考 文 献

- [1] 田华,韦海宇.青贮玉米秸添加碳酸氢钠育肥小尾寒羊的效果研究[J].畜牧兽医杂志,2015(34):33-39.
- [2] 董志国,胡建伟,李莲瑞.棉籽壳菌糠饲喂卡拉库尔羊效果研究[J].草食家畜,2002(3):37-39.
- [3] 郭万正,魏金涛,赵娜,等.发酵金针菇菌糠对波尔山羊生长性能和血液生化指标的影响[J].饲料研究,2015(3):33-36.
- [4] 刘志芳,王建武,杨瑞基,等.杏鲍菇菌糠对奶牛、肉牛、肉羊饲喂效果研究[J].饲料工业,2013(9):33-37.
- [5] 何英俊,邢承华,王友明.混贮平菇废菌棒对波杂山羊生产性能的影响[J].中国饲料,2015(2):18-25.
- [6] 陶忠连,吕晓春,邵丽萍.杏鲍菇废菌棒代替麸皮饲喂肉牛的效果试验[J].浙江畜牧兽医,2010(3):6-7.
- [7] 王永军,田秀娥,李浩波.菌糠的营养价值与开发利用[J].中国饲料,2001(12):30-31.

【责任编辑:胡 敏】