

复合植物源添加剂对断奶羔羊生长性能、血清生化指标和瘤胃微生物的影响

杨树美，朱贵霞，钟 丽，张 勇

（山东省临沂市蒙阴县畜牧发展促进中心，山东临沂 276200）

摘 要：[目的]探讨复合植物源添加剂（由迷迭香酸、香芹酚、茶多酚按1：3：1配制）对断奶羔羊生长性能、血清生化指标及瘤胃微生物的影响，为其在奶山羊养殖中的推广应用提供理论依据。[方法]选取120 只50 日龄的健康断奶萨能奶山羊，随机分为对照组和试验组，每组60 只，设10 个重复，每重复6 只。对照组饲喂基础日粮，试验组在基础日粮中添加5.0 g/kg复合植物源添加剂，试验周期为90 d。测定羔羊生长性能、血清生化指标及瘤胃微生物相对丰度。[结果]与对照组相比，试验组羔羊的试验末体重和平均日增重分别显著提高16.90%和38.89%（ $P<0.05$ ），料重比显著降低26.48%（ $P<0.05$ ）；血清中甘油三酯（TG）、球蛋白（GLB）和总蛋白（TP）含量分别显著提高95.83%、27.72%和16.09%（ $P<0.05$ ）；瘤胃中毛螺菌属、颤螺菌属及其他菌属的相对丰度显著降低（ $P<0.05$ ），琥珀酸弧菌属的相对丰度显著提高132.87%（ $P<0.05$ ）。[结论]在断奶羔羊基础日粮中添加复合植物源添加剂可显著提高生长性能，改善血清生化指标，调节瘤胃微生物菌群结构，具有良好的推广应用前景。

关键词：复合植物源添加剂；羔羊；生长性能；血清生化指标；瘤胃微生物

文章编号：1671-4393（2026）05-0018-06

DOI:10.12377/1671-4393.26.05.03

The Effects of Compound Plant-derived Additives on the Growth Performance, Serum Biochemical Indicators, and Rumen Microbiota of Weaned Lambs

YANG Shumei, ZHU Guixia, ZHONG Li, ZHANG Yong

（Animal Husbandry Development Promotion Center, Mengyin County, Linyi Shandong 276200）

Abstract: [Objective] To investigate the effects of a compound plant-derived additive（formulated with rosmarinic acid, carvacrol, and tea polyphenols at a ratio of 1:3:1）on growth performance, serum biochemical indicators,

作者简介：杨树美（1980-），女，山东临沂人，本科，高级兽医师，研究方向为畜牧兽医；
朱贵霞（1980-），女，山东临沂人，本科，高级兽医师，研究方向为兽医；
钟 丽（1982-），女，贵州贵阳人，硕士，高级畜牧师，研究方向为畜牧；
张 勇（1993-），男，吉林白山人，本科，中级兽医师，研究方向为兽医。

and rumen microbiota of weaned lambs, and to provide a theoretical basis for its application in dairy goat farming. [Method] A total of 120 healthy 50-day-old weaned Saanen dairy goats were randomly divided into a control group and a treatment group, each with 60 lambs (10 replicates, 6 lambs per replicate). The control group was fed a basal diet, while the treatment group received the basal diet supplemented with 5.0 g/kg of the compound plant-derived additive. The trial lasted 90 days. Growth performance, serum biochemical parameters, and the relative abundance of rumen microbiota were measured.[Result] Compared with the control group, the treatment group showed significant increases in final body weight (16.90%) and average daily gain (38.89%) ($P<0.05$), and a significant decrease in feed-to-gain ratio (26.48%) ($P<0.05$). Serum levels of triglyceride (TG), globulin (GLB), and total protein (TP) were significantly increased by 95.83%, 27.72%, and 16.09%, respectively ($P<0.05$). The relative abundances of Lachnospiraceae, Oscillospira, and other rumen bacteria were significantly reduced ($P<0.05$), while that of Succinivibrio was significantly increased by 132.87% ($P<0.05$). [Conclusion] The addition of the compound plant-derived additive to the basal diet of weaned lambs can significantly improve growth performance, serum biochemical indices, and rumen microbiota composition, indicating good potential for application in dairy goat production.

Keywords: compound plant-based additive; lamb; growth performance; serum biochemical indicator; rumen microbiota

在奶山羊养殖周期中，羔羊的科学饲喂和健康养殖发挥着关键作用^[1]。断奶后的羔羊常因饲喂管理不当、免疫功能不完善、消化系统发育不成熟，易遭受多种应激因素的损害，导致疾病发生率升高、生产性能下降，严重影响奶山羊的养殖效益^[2, 3]。因此，如何开发绿色饲料添加剂、合理配置饲料营养、保障断奶羔羊的健康成长，一直是研究的热点。研究表明，植物源添加剂作为一种天然、绿色、无害、安全的饲料添加剂，应用于断奶羔羊饲养中，具有替代饲用抗生素的潜力，可有效提高羔羊的生长性能、改善血液生化指标、调节瘤胃微生物菌群、增强机体抗氧化与免疫功能，从而促进羔羊健康成长^[4-6]。本研究选取我国山东省临沂市大型奶山羊养殖场的120只断奶羔羊为试验对象，将以迷迭香酸、香芹酚、茶多酚等植物活性成分配制的复合植物源添加剂添加到断奶羔羊的日粮中，探讨其对羔羊生长性能、血清生化指标及瘤胃微生物的影响，旨在为复合植物源添加剂在羔羊日粮中的

科学合理应用与推广提供理论依据，并为提升奶山羊养殖效益提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验动物

从养殖场内随机选取120只50日龄的健康断奶羔羊作为试验动物，品种为萨能奶山羊，体重为 (16.74 ± 0.86) kg。

1.1.2 试验材料

迷迭香酸（纯度 $\geq 50\%$ ）、香芹酚（纯度 $\geq 10\%$ ）、茶多酚（纯度 $\geq 98\%$ ）等植物活性成分原料，山东鲁森生物科技有限公司，按照质量比为1：3：1配制混合，2~8℃保存于养殖场内。

1.2 试验方法

1.2.1 试验分组与设计

选择120只断奶羔羊随机分两组试验，每组分配10个重复，每个重复设置6只。对照组以基础日粮

饲喂，试验组在基础日粮中以5.0 g/kg复合植物源添加剂加入饲喂。所有断奶羔羊均在上午和下午固定时间饲喂，单栏饲养。定期进行疫苗接种和驱虫，保持圈舍环境卫生和消毒灭菌。自由采食、饮水，光照、温度、通风、湿度等一致。试验周期为90 d。基础日粮的原料组成及营养水平见表1。

表 1 基础日粮的原料组成及营养水平			
Table 1 Raw Material Composition and Nutritional Level of Basic Feed			
原料组成成分	含量 (%)	营养水平	含量
麸皮	2.50	粗灰分 (%)	4.99
次粉	4.00	粗脂肪 (%)	3.51
白酒糟	12.74	粗蛋白 (%)	14.02
玉米胚芽粕	13.76	酸性洗涤纤维 (%)	8.65
豆粕	18.20	中性洗涤纤维 (%)	21.23
玉米	35.00	钙 (%)	0.94
大豆油	0.50	磷 (%)	0.72
柠条颗粒	9.25	干物质 (%)	84.76
葡萄糖	0.65	代谢能 (MJ/kg)	10.28
碳酸氢钙	0.40		
石粉	0.50		
氯化钠	0.50		
预混料	2.00		
总计	100.00		

注：（1）每千克预混料可提供：2 000 IU 维生素A、1 000 IU 维生素D₃、50 IU 维生素E、0.6 mg碘、0.5 mg钴、0.2 mg硒、35 mg锌、30 mg锰、40 mg铁、20 mg铜。（2）代谢能经计算所得，其余营养水平数据为实际测量

1.2.2 测定指标

（1）生长性能

分别在开始试验的第1天和结束试验的最后1天，对两组进行空腹处理，称量体重，计算每只羔羊的平均日增重、平均日采食量和料重比。

（2）血清生化指标

无菌采集试验结束后的两组血液，分离血清，分装至2.0 mL洁净离心管内，用于血清生化检测。

使用全自动生化分析仪测定断奶羔羊血清中乳酸脱氢酶（LDH）、肌酸激酶（CK）、碱性磷酸酶（ALP）、谷草转氨酶（AST）、谷丙转氨酶（ALT）、葡萄糖（GLU）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、胆固醇（CHO）、甘油三酯（TG）、球蛋白（GLB）、白蛋白（ALB）、总蛋白（TP）、尿素氮（BUN）等生化指标。

（3）瘤胃微生物

在试验结束后，从每个组重复单元中随机挑取1只羔羊，选取瘤胃真空泵采集方法，抽取10 mL瘤胃液，将纱布制成多层进行过滤后，分装至一无菌离心管内保存，然后通过基因测序技术，根据保守序列16S rRNA基因序列，对各种瘤胃微生物进行鉴别，并比较分析差异性。

1.2.3 统计学处理与分析

采用SPSS 23.0软件对断奶羔羊相关数据进行统计处理。应用 χ^2 检验对计数进行分析，结果采用率或百分比（%）的形式。应用t检验对数据进行分析，结果采用均数±标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）的形式。当 $P < 0.05$ 时，表示各组之间数据对比存在显著差异。

2 结果

2.1 复合植物源添加剂对断奶羔羊生长性能的影响

由表2可知，试验组羔羊的试验末体重为（39.02±1.47）kg，显著高于对照组的（33.38±1.29）kg（ $P < 0.05$ ），提高幅度为16.90%；平均日增重为（0.25±0.06）kg，显著高于对照组的（0.18±0.03）kg（ $P < 0.05$ ），提高幅度为38.89%；料重比为（3.72±0.07），显著低于对照组的（5.06±0.14）（ $P < 0.05$ ），降低幅度为26.48%。

表 2 复合植物源添加剂对生长性能的影响					
Table 2 Effect of Compound Plant-derived Additives on Growth Performance					
组别	试验初体重 (kg)	试验末体重 (kg)	平均日增重 (kg)	平均日采食量 (kg)	料重比
对照组	16.76±0.92	33.38±1.29 ^b	0.18±0.03 ^b	0.91±0.28	5.06±0.14 ^a
试验组	16.69±1.14	39.02±1.47 ^a	0.25±0.06 ^a	0.93±0.19	3.72±0.07 ^b

注：同列不同小写英文字母，数据对比存在显著差异（ $P < 0.05$ ），同列无任何小写英文字母，差异不显著（ $P > 0.05$ ）。下同

两组羔羊在试验初体重和平均日采食量方面无显著差异 ($P>0.05$)。结果表明, 在基础日粮中添加复合植物源添加剂可显著提高断奶羔羊的生长性能, 提高饲料转化效率。

2.2 复合植物源添加剂对断奶羔羊血清生化指标的影响

由表3可知, 与对照组相比, 试验组羔羊血清中的甘油三酯 (TG)、球蛋白 (GLB) 和总蛋白 (TP) 含量均显著升高 ($P<0.05$)。其中, TG含量由 (0.24 ± 0.02) mg/dL升至 (0.47 ± 0.04) mg/dL, 提高95.83%; GLB含量由 (23.56 ± 3.72) g/L升至 (30.09 ± 5.12) g/L, 提高27.72%; TP含量由 (57.48 ± 11.35) g/L升至 (66.73 ± 9.81) g/L, 提高16.09%。其余检测指标, 包括LDH、CK、ALP、AST、ALT、GLU、LDL、HDL、CHO、ALB、BUN等, 在两组之间均无显著差异 ($P>0.05$)。结

果表明, 复合植物源添加剂可显著改善断奶羔羊的脂代谢和蛋白质代谢水平, 增强机体免疫功能相关的球蛋白合成。

2.3 复合植物源添加剂对断奶羔羊瘤胃微生物的影响

由表4可知, 与对照组相比, 试验组羔羊瘤胃中毛螺菌属、颤螺菌属及其他菌属的相对丰度显著降低 ($P<0.05$)。其中, 毛螺菌属由 (12.87 ± 0.39) %降至 (7.12 ± 0.25) %, 降低44.68%; 颤螺菌属由 (0.78 ± 0.46) %降至 (0.13 ± 0.04) %, 降低83.33%; 其他菌属由 (31.51 ± 2.49) %降至 (24.11 ± 2.36) %, 降低23.48%。与此同时, 琥珀酸弧菌属的相对丰度显著升高 ($P<0.05$), 由 (9.98 ± 0.32) %升至 (23.24 ± 0.73) %, 提高132.87%。其他菌属如普雷沃氏菌属、琥珀酸裂解菌属、瘤胃球菌属、月形单胞菌属、丁酸弧菌属、噬气菌属等的相对丰度在两组之间无显著差异 ($P>0.05$)。结果表明, 复合植物源添加剂可选择性抑制部分潜在有害菌属 (如毛螺菌属、颤螺菌属), 并显著促进有益菌属 (如琥珀酸弧菌属) 的增殖, 有助于优化瘤胃微生物生态结构, 提高瘤胃发酵效率。

3 讨论

3.1 复合植物源添加剂对断奶羔羊生长性能的影响

在奶山羊养殖过程中, 断奶羔羊因免疫功能和瘤胃消化能力尚未发育完全, 易受饲养管理、环境变化等因素影响, 发生应激反应, 诱发疾病, 导致生长发育受阻, 严重时甚至死亡, 显著影响养殖经济效益^[7]。因此, 在断奶羔羊的基础日粮中科学合理地使用添加剂, 以提高其生长性能, 具有重要意义。过去, 抗生素曾广泛用于预防羔羊疾病^[8-10], 但

表 3 复合植物源添加剂对血清生化指标的影响 (n=10)

Table 3 Effects of Compound Plant-derived Additives on Serum Biochemical Indices (n=10)		
组别	对照组	试验组
LDH (U/L)	392.16±11.88	407.43±12.92
CK (U/L)	273.94±21.87	276.51±18.36
ALP (U/L)	362.49±14.86	359.17±16.24
AST (U/L)	133.67±5.98	126.93±6.79
ALT (U/L)	27.06±1.83	25.95±2.73
GLU (mmol/L)	4.52±0.78	4.61±0.84
LDL (mmol/L)	0.62±0.07	0.59±0.12
HDL (mmol/L)	0.76±0.13	0.78±0.16
CHO (mmol/L)	2.21±0.58	2.17±0.34
TG (mg/dL)	0.24±0.02 ^b	0.47±0.04 ^a
GLB (g/L)	23.56±3.72 ^b	30.09±5.12 ^a
ALB (g/L)	31.25±6.78	31.37±5.26
TP (g/L)	57.48±11.35 ^b	66.73±9.81 ^a
BUN (mmol/L)	7.36±1.27	7.25±1.03

表 4 复合植物源添加剂对瘤胃微生物菌群相对丰度的影响 (n=10, %)

Table 4 Effect of Compound Plant-derived Additives on Relative Abundance of Rumen Microbial Flora (n=10,%)										
组别	普雷沃氏菌属	毛螺菌属	琥珀酸弧菌属	琥珀酸裂解菌属	瘤胃球菌属	月形单胞菌属	颤螺菌属	丁酸弧菌属	噬气菌属	其他菌属
对照组	36.42±1.83	12.87±0.39 ^a	9.98±0.32 ^b	4.33±0.21	1.92±0.35	1.31±0.29	0.78±0.46 ^a	0.52±0.13	0.36±0.04	31.51±2.49 ^a
试验组	36.97±2.06	7.12±0.25 ^b	23.24±0.73 ^a	4.36±0.14	1.88±0.27	1.26±0.22	0.13±0.04 ^b	0.58±0.17	0.35±0.02	24.11±2.36 ^b

随着我国全面禁抗政策的实施，开发绿色、安全、无残留的植物源添加剂成为研究热点。

植物源添加剂以天然植物为原料，提取其活性成分，具有无耐药性、无污染、无残留等优点。例如，王留幸等^[5]研究发现，在安徽白山羊断奶羔羊饲料中添加茶皂素，可显著促进生长性能，改善消化功能和血清指标；邵鹏阳等^[4]研究表明，黄芪添加剂能显著提高45日龄断奶湖羊羔羊的生长性能、免疫功能，并优化瘤胃微生物菌群结构；刘凯伟等^[11]报道，复合植物提取物可显著提高断奶羔羊的生长性能，改善血清生化指标，且对瘤胃发酵参数无不良影响。

本研究将迷迭香酸、香芹酚和茶多酚按1:3:1复配成复合植物源添加剂，应用于萨能奶山羊断奶羔羊的饲养中。结果显示，与对照组相比，试验组羔羊的试验末体重和平均日增重均显著提高（ $P<0.05$ ），料重比显著降低（ $P<0.05$ ）。这表明该复合添加剂能够有效促进羔羊对饲料中纤维素、半纤维素等营养物质的吸收与转化利用，从而显著提升生长性能和饲料转化效率。

3.2 复合植物源添加剂对断奶羔羊血清生化指标的影响

血清生化指标能够反映动物的代谢状态和健康水平。本研究中，试验组羔羊血清中的甘油三酯（TG）、球蛋白（GLB）和总蛋白（TP）含量均显著高于对照组（ $P<0.05$ ）。TG含量的升高提示复合添加剂可能促进了脂类代谢和能量储备的增强；GLB和TP含量的升高则表明羔羊的蛋白质代谢和免疫功能得到了改善。球蛋白是机体免疫系统的重要组成部分，其水平升高通常与免疫功能的增强相关。因此，本研究中GLB的显著上升进一步验证了该复合植物源添加剂对断奶羔羊免疫功能的积极调节作用，有助于羔羊在断奶应激阶段维持健康状态。

3.3 复合植物源添加剂对断奶羔羊瘤胃微生物的影响

瘤胃微生物群落的平衡对反刍动物的健康生长至关重要。植物源添加剂能够抑制有害微生物的增

殖，促进有益菌群的生长，从而维持瘤胃微生态稳定，增强肠道屏障功能，促进动物健康生长。

本研究首次探讨了迷迭香酸、香芹酚和茶多酚以1:3:1复配后对萨能奶山羊断奶羔羊瘤胃特定菌属的调节作用。结果显示，试验组瘤胃中毛螺菌属（*Lachnospiraceae*）和颤螺菌属（*Oscillospira*）的相对丰度显著降低（ $P<0.05$ ）。这两类菌群中的某些成员可能产生内毒素或与炎症反应相关^[7, 12]，其丰度下降有利于降低羔羊的炎症风险。同时，琥珀酸弧菌属（*Succinivibrio*）的相对丰度显著提高132.87%（ $P<0.05$ ）。琥珀酸弧菌是重要的琥珀酸生产者，其丰度增加有助于提高瘤胃碳水化合物的发酵效率。琥珀酸可进一步被其他微生物转化为丙酸，为宿主提供更多可利用的能量^[4, 13-15]，这可能是试验组羔羊生长性能显著提升的重要原因之一。

4 小结

在断奶萨能奶山羊基础日粮中添加5.0 g/kg复合植物源添加剂（迷迭香酸、香芹酚、茶多酚按1:3:1复配），饲养90 d后表明：该添加剂显著提高了羔羊的试验末体重和平均日增重，降低了料重比；显著升高了血清中TG、GLB和TP含量；显著抑制了瘤胃中毛螺菌属、颤螺菌属等有害菌属的丰度，促进了琥珀酸弧菌属等有益菌属的增殖。综上，该复合植物源添加剂可有效提升断奶羔羊的生长性能、改善血清生化指标、优化瘤胃微生态，具有良好应用价值，值得在奶山羊养殖中推广。

参考文献

[1] 黄文琴.早期断奶对羔羊生长发育及瘤胃微生物区系的长期影响[D].北京：中国农业科学院，2020.

[2] 吴婷婷，邢哲炜，叶丽婷，等.菊粉对断奶羔羊生长性能、屠宰性能、器官指数、肉品质的影响[J].饲料工业，2024，45（16）：71-76.

[3] 刘凯伟，吕慧源，屠焰，等.复合植物提取物对羔羊腹泻、血清免疫、炎症反应和抗氧化能力的影响[J].饲料工业，2023，44（2）：39-44.

[4] 邵鹏阳，沙玉柱，刘秀，等.黄芪饲料添加剂对羔羊生长性能、血清Ig和瘤胃发酵功能及微生物菌群特征的影响[J].中国农业科技导报（中英文），2025，27（3）：83-94.

- [5] 王留幸, 吴沐林, 周佳茵, 等.茶皂素对安徽白山羊断奶羔羊生长性能、血清指标及消化功能的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版), 2022, 43(1): 19-25, 48.
- [6] 郭焘.复合植物提取物对肉羊生长性能及肉品质的影响[D].呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2022.
- [7] 李世歌, 刘凤丹, 陈彦伶, 等.复合植物源添加剂对贵州黑山羊断奶羔羊生长性能、血清生化指标和瘤胃微生物区系的影响[J].饲料研究, 2025, 48(7): 11-15.
- [8] 张林吉, 任春芝, 张海涛, 等.植物提取物对徐淮白山羊生长性能、血清生化指标及免疫功能的影响[J].饲料研究, 2024, 47(18): 6-10.
- [9] 李书仪, 刘旺景, 丁赫, 等.植物提取物在肉羊生产中的应用[J].动物营养学报, 2020, 32(2): 558-565.
- [10] 曹浩然, 翁玉楠, 唐子懿, 等.植物源活性肽的功能及其在动物生产中的应用[J].中国畜牧杂志, 2025, 61(6): 32-37.
- [11] 刘凯伟, 吕慧源, 毕研亮, 等.复合植物提取物对羔羊生长性能、血清生化指标和瘤胃发酵参数的影响[J].中国畜牧杂志, 2023, 59(5): 296-301.
- [12] 王紫薇, 梁鸽鸽, 鲁昌明, 等.不同蛋白源代乳粉对羔羊生长、消化、瘤胃发酵参数和菌群结构的影响[J].饲料工业, 2024, 45(6): 48-56.
- [13] 苏少晖.复合植物营养素对肉羊瘤胃健康、菌群及代谢物的影响[D].呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2024.
- [14] 吴雪静.牛至油对育肥绵羊生产性能、瘤胃微生物和代谢的影响研究[D].泰安: 山东农业大学, 2024.
- [15] 朱振宇, 杨成, 王明根, 等.屎肠球菌F11.1G菌剂对断奶羔羊生长性能、营养物质表观消化率、屠宰性能、瘤胃发酵和瘤胃微生物区系的影响[J].动物营养学报, 2024, 36(5): 3143-3155.