

饲料中添加蛋氨酸二肽对奶牛产奶性能的影响研究

王子龙¹，秦士刚²

(1.山东省济宁市邹城市峰山镇农业综合服务中心，山东济宁 273501；2.山东省济宁市邹城市畜牧兽医事业发展中心，山东济宁 273500)

摘要：[目的] 探究饲料中添加蛋氨酸二肽对奶牛产奶量、乳成分及乳蛋白产量的影响，为蛋氨酸二肽在奶牛养殖中的应用提供试验依据。[方法]选取120 头健康的中国荷斯坦母牛为试验动物，随机分为对照组和试验组，每组 60 头，设5 个重复。对照组饲喂常规基础日粮，试验组在基础日粮中额外添加50.0 mg/kg蛋氨酸二肽，试验周期 70 d。试验期间测定两组奶牛产奶量、料奶比、体细胞数、乳蛋白等指标。[结果]试验组奶牛料奶比显著低于对照组 ($P<0.05$)，平均日产奶量、高峰奶量极显著高于对照组 ($P<0.01$)；试验组乳蛋白率较对照组提高30.77% ($P<0.01$)，体细胞数减少75.79% ($P<0.01$)；试验组牛乳中 β -乳球蛋白含量显著提高 ($P<0.05$)， α -酪蛋白、 β -酪蛋白、乳铁蛋白和免疫球蛋白含量极显著提高 ($P<0.01$)， κ -酪蛋白含量极显著低于对照组 ($P<0.01$)；两组牛乳中尿素氮、乳糖、乳干物质、乳脂肪含量无显著差异 ($P>0.05$)。[结论]在奶牛基础日粮中添加50.0 mg/kg 蛋氨酸二肽，可显著提升奶牛产奶性能，改善乳品质，提高乳蛋白相关指标含量，降低牛乳体细胞数量，对奶牛健康养殖具有积极作用。

关键词：蛋氨酸二肽；奶牛；产奶量；乳成分；乳蛋白

文章编号：1671-4393 (2026) 04-0028-05

DOI:10.12377/1671-4393.26.04.05

The Effect of Adding Methionine Dipeptides to Feed on the Milk Production Performance of Dairy Cows

WANG Zilong¹，QIN Shigang²

(1.Agricultural Comprehensive Service Center of Yishan Town，Zoucheng City，Jining Shandong 273501；2.Animal Husbandry and Veterinary Development Center of Zoucheng City，Jining Shandong 273500)

Abstract: [Objective] This study aimed to investigate the effects of dietary supplementation with methionine dipeptide on milk yield, milk composition, and milk protein production in dairy cows, providing experimental evidence for the application of methionine dipeptide in dairy farming. [Method] A total of 120 healthy Chinese

作者简介：王子龙 (1971-)，男，山东邹城人，本科，高级畜牧师，研究方向为畜牧兽医；

秦士刚 (1973-)，男，山东邹城人，本科，中级畜牧师，研究方向为畜牧兽医与奶牛养殖。

Holstein cows were selected as experimental animals and randomly divided into a control group and a treatment group, with 60 cows per group and 5 replicates per group. The control group was fed a conventional basal diet, while the treatment group received the basal diet supplemented with 50.0 mg/kg of methionine dipeptide. The experimental period lasted 70 days. During the experiment, milk yield, feed-to-milk ratio, somatic cell count, and milk protein content were measured for both groups. [Result] The treatment group showed a significantly lower feed-to-milk ratio compared to the control group ($P<0.05$), and the average daily milk yield and peak milk yield were highly significantly higher than those of the control group ($P<0.01$). The milk protein percentage in the treatment group was increased by 30.77% compared to the control group ($P<0.01$), while somatic cell count was reduced by 75.79% ($P<0.01$). The content of β -lactoglobulin in milk was significantly increased ($P<0.05$), and the contents of α -casein, β -casein, lactoferrin, and immunoglobulin were highly significantly increased ($P<0.01$). The κ -casein content was highly significantly lower than that of the control group ($P<0.01$). No significant differences were observed between the two groups in milk urea nitrogen, lactose, milk solids, or milk fat content ($P>0.05$). [Conclusion] Supplementation of the basal diet with 50.0 mg/kg of methionine dipeptide can significantly enhance the lactation performance of dairy cows, improve milk quality, increase milk protein-related indicators, and reduce somatic cell count in milk, thereby exerting a positive effect on the healthy management of dairy cows.

Keywords: methionine dipeptide; dairy cows; milk yield; milk composition; milk protein

随着我国经济快速发展,消费者对乳制品的需求量与品质要求日益提升^[1]。乳蛋白作为牛乳中核心营养成分,氨基酸组成与人体乳高度相似,是优质的天然蛋白质来源,其含量与构成也是评价乳品品质的重要指标^[2]。蛋氨酸是动物机体唯一含硫的必需氨基酸,参与肌酸、肾上腺素、胆碱的合成,调控甲基基团转移与磷代谢,为乳蛋白合成提供关键原料,且动物自身无法合成,只能通过饲料摄取^[3-5]。常规奶牛日粮中豆粕、苜蓿、玉米等原料的蛋氨酸含量偏低,需额外补充蛋氨酸类添加剂以提升乳蛋白产量。

蛋氨酸二肽是由2个蛋氨酸通过肽键连接形成的饲料添加剂,已在肉鸡、乳鸽、幼鲤等养殖中得到应用,可有效促进机体蛋白质合成、提升生长性能^[6-8],但关于其在奶牛养殖中对产奶量及乳成分影响的研究较少。本研究以中国荷斯坦牛为试验对象,探究日粮中添加蛋氨酸二肽对奶牛产奶性能、

乳成分的影响,为蛋氨酸二肽在奶牛健康高效养殖中的合理应用提供理论与试验参考。

1 材料与方法

1.1 试验动物和材料

2023年5-8月开展,试验周期70 d,选取山东省济宁市某规模化奶牛养殖基地的120头健康中国荷斯坦母牛,年龄3.5~5岁,体重550~650 kg,均处于第2~3胎次,产犊时间相近、泌乳期一致,精神状态与身体状况良好。蛋氨酸二肽为饲料添加剂级别,购自四川和邦生物科技股份有限公司,于4℃条件下保存。

1.2 饲喂条件

试验牛饲养于环境与结构一致的牛舍,采用自由采食与饮水模式,饲养管理方式统一;牛舍温度控制在18~25℃,湿度60%~70%,配备完善的通风与排水系统,减少环境应激对试验结果的干扰。日

粮配方依据NRC（2001）奶牛营养需要标准科学设计。

1.3 试验设计与分组

将120头试验奶牛随机编号，平均分为对照组和试验组，每组60头，各设5个重复，每个重复12头。对照组饲喂常规基础日粮，试验组在基础日粮中额外添加50.0 mg/kg蛋氨酸二肽。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 产奶量及料奶比测定

试验期间，挤奶前对奶牛乳房进行无菌消毒，采集乳汁并称重，记录每日产奶量，统计试验周期内最高日产奶量作为高峰奶量；同时记录每头奶牛每天的饲料消耗量，计算料奶比，公式为：料奶比=平均每头奶牛干物质日采食量（kg）/平均每头奶牛日产奶量（kg）。

1.4.2 乳成分测定

试验结束后，采集两组奶牛的牛乳样品，采用乳品分析仪测定乳蛋白率、尿素氮含量、乳糖率、乳干物质率、乳脂肪率；采用牛乳体细胞计数仪测定牛乳中体细胞数量。并采用酶联免疫吸附（ELISA）试剂盒测定牛乳中α-乳白蛋白、β-乳球蛋白、α-酪蛋白、β-酪蛋白、κ-酪蛋白、乳铁蛋白、免疫球蛋白等含量，操作严格按照试剂盒说明书进行。

1.5 数据统计与分析

采用SPSS 25.0软件对试验数据进行统计分析，

结果以“平均值±标准差”表示，组间差异采用t检验进行比较。 $P<0.01$ 表示差异极显著， $P<0.05$ 表示差异显著。

2 结果

2.1 蛋氨酸二肽对奶牛产奶量及料奶比的影响

饲料中添加蛋氨酸二肽对奶牛日干物质采食量无显著影响，但可显著提升产奶量、降低料奶比，试验组与对照组产奶性能相关指标差异详见表1。两组奶牛平均日干物质采食量无显著差异（ $P=0.487>0.05$ ），说明蛋氨酸二肽的添加未改变奶牛的饲料摄取水平。试验组平均日产奶量较对照组显著提升，组间差异极显著（ $P=0.004<0.01$ ）；试验组高峰奶量达（ 38.52 ± 2.49 ）kg，远高于对照组的（ 30.16 ± 2.03 ）kg，差异同样达到极显著水平（ $P=0.001<0.01$ ）。料奶比方面，试验组较对照组显著降低21.43%，组间差异显著（ $P=0.018<0.05$ ），表明蛋氨酸二肽可有效提高奶牛饲料转化效率，提升产奶性能。

2.2 蛋氨酸二肽对奶牛乳成分的影响

由表2可知，蛋氨酸二肽的添加对牛乳中尿素氮、乳糖、乳干物质、乳脂肪等常规成分无显著影响，但可极显著提高乳蛋白率、降低体细胞数量。试验组牛乳尿素氮含量、乳糖率、乳干物质率、乳脂肪率与对照组对应指标相比，组间差异均不显著（ P 值分别为0.593、0.828、0.261、0.167，

表 1 饲料中添加蛋氨酸二肽对奶牛产奶量的影响

Table 1 Effects of Adding Methionine Dipeptides to Feed on Milk Yield of Dairy Cows

组别	平均日产奶量（kg）	高峰奶量（kg）	平均日干物质采食量（kg）	料奶比
对照组	23.68±1.74 ^b	30.16±2.03 ^b	23.13±1.28 ^a	0.98±0.05 ^a
试验组	29.47±1.31 ^a	38.52±2.49 ^a	22.81±1.14 ^a	0.77±0.02 ^b

注：同一列中不同小写字母上标表示差异极显著（ $P<0.01$ ），不同大写字母上标表示差异显著（ $0.01<P<0.05$ ），下同

表 2 饲料中添加蛋氨酸二肽对奶牛乳成分的影响

Table 2 Effects of Adding Methionine Dipeptides to Feed on Milk Composition of Dairy Cows

组别	乳蛋白率（%）	尿素氮含量（mg/L）	乳糖率（%）	乳干物质率（%）	乳脂肪率（%）	体细胞数（×10 ⁴ 个/mL）
对照组	3.12±0.16 ^b	1.53±0.06 ^a	4.77±0.13 ^a	11.59±0.74 ^a	3.85±0.36 ^a	63.94±1.01 ^a
试验组	4.08±0.15 ^a	1.62±0.09 ^a	4.68±0.24 ^a	11.46±0.63 ^a	3.92±0.31 ^a	15.48±0.87 ^b

均>0.05)。试验组乳蛋白率较对照组极显著提高30.77%，组间差异极显著（ $P=0.001<0.01$ ）；试验组牛乳体细胞数较对照组极显著减少75.79%，组间差异极显著（ $P=0.001<0.01$ ），说明蛋氨酸二肽可有效提升牛乳蛋白含量，改善奶牛乳腺健康状况。

2.3 蛋氨酸二肽对奶牛乳蛋白含量的影响

饲料中添加蛋氨酸二肽对牛乳中α-乳白蛋白含量无显著影响，但对其余乳蛋白组分含量影响显著，各乳蛋白指标测定结果详见表3。试验组α-乳白蛋白含量与对照组相比无显著差异（ $P=0.472>0.05$ ）。试验组β-乳球蛋白含量显著高于对照组（ $P=0.025<0.05$ ）。试验组α-酪蛋白、β-酪蛋白、乳铁蛋白、免疫球蛋白含量均极显著高于对照组，组间差异均极显著（ P 值分别为0.007、0.003、0.001、0.002，均 $P<0.01$ ）。与之相反，试验组κ-酪蛋白含量极显著低于对照组（ $P=0.001<0.01$ ）。

3 讨论

牛乳是人类获取优质外源蛋白质的重要来源，在规模化、集约化奶牛养殖中，日粮的科学营养搭配是提升奶牛产奶量与乳品品质的关键^[9]。本试验所用蛋氨酸二肽为D/L蛋氨酸混合的二肽聚合物，结果显示，日粮中添加50.0 mg/kg蛋氨酸二肽可显著提升奶牛产奶性能，提高乳蛋白率，降低牛乳体细胞数，这与国内相关研究结果一致^[2, 3, 5]。究其原因，氨基酸是蛋白质合成的必需原料，蛋氨酸二肽可通过肽键结构抵抗瘤胃降解，提升小肠吸收率，为奶牛机体及乳蛋白合成提供充足原料，进而提升产奶量与乳蛋白含量。

SCC是评估奶牛乳腺健康状况的核心生理指标，当乳腺受到微生物感染或炎症刺激时，免疫

细胞会大量迁移至乳腺组织，导致牛乳SCC显著升高^[4, 10]。本试验中试验组牛乳SCC较对照组降低75.79%，远高于同类研究20%~50%的降幅，推测原因是蛋氨酸二肽具有较强的抗炎、抗氧化及免疫调节作用：一方面可清除机体自由基，减少氧化应激反应；另一方面能增强奶牛免疫功能，减少免疫细胞向乳腺的渗出，缓解乳腺炎症，从而显著降低牛乳SCC^[4, 5]。已有研究证实，蛋氨酸二肽可提升畜禽与水产动物的抗氧化及免疫指标，在肉鸡、乳鸽养殖中可显著改善机体免疫功能^[5~7]，与本试验结果相互印证。

乳蛋白是衡量牛乳营养价值的核心指标^[10]，90%以上的乳蛋白由奶牛乳腺上皮细胞合成与分泌^[11]，主要包括酪蛋白（占80%）和乳清蛋白（占20%），还有少量免疫球蛋白等活性成分^[12~15]。本试验中，蛋氨酸二肽的添加显著提高了牛乳中β-乳球蛋白、α-酪蛋白、β-酪蛋白、乳铁蛋白和免疫球蛋白含量，原因可能是奶牛乳腺上皮细胞对蛋氨酸二肽的吸收与转化效率较高，可为乳蛋白合成提供优化的氨基酸营养模式，进而提升部分乳蛋白的合成效率^[19~21]。而试验组κ-酪蛋白含量极显著降低，其原因可能与酪蛋白聚合结构变化相关，κ-酪蛋白作为牛乳中重要的酪蛋白组分，其含量变化对乳制品加工特性的影响需进一步深入研究^[16]。

国内关于蛋氨酸及其类似物在奶牛养殖中的应用研究较多，但效果均不及本试验中蛋氨酸二肽的添加效果。如裴迪等^[22]研究发现，泌乳奶牛日粮中添加过瘤胃蛋氨酸会降低新产期泌乳量，对高产期泌乳量无显著影响；王典等^[23]研究表明，日粮中添加过瘤胃牛磺酸可提升奶牛抗氧化与抗应激能力，但对乳成分、产奶量无显著影响；刘德强等^[3]研究发现，过瘤胃蛋氨酸可在一定程度上提升奶牛乳脂率

表 3 饲料中添加蛋氨酸二肽对奶牛乳蛋白含量的影响							单位：mg/mL
Table 3 Effect of Methionine Dipeptide Supplementation in Feed on Milk Protein Content in Dairy Cows							Unit: mg/mL
组别	α-乳白蛋白	β-乳球蛋白	α-酪蛋白	β-酪蛋白	κ-酪蛋白	乳铁蛋白	免疫球蛋白
对照组	3.26±0.37 ^a	0.98±0.24 ^b	12.28±0.72 ^b	8.76±0.25 ^b	3.39±0.12 ^a	0.42±0.05 ^b	0.61±0.12 ^b
试验组	3.31±0.34 ^a	1.42±0.27 ^a	16.93±1.06 ^a	11.54±0.32 ^a	2.18±0.06 ^b	0.93±0.07 ^a	1.02±0.07 ^a

与产奶量，但提升效果有限。本试验结果表明，蛋氨酸二肽在提升奶牛产奶量、改善乳品质方面的效果更优，凸显了其在奶牛养殖中的应用优势。

4 结论

在奶牛基础日粮中添加50.0 mg/kg蛋氨酸二肽，可显著提高奶牛平均日产奶量与高峰奶量，降低料奶比，提升奶牛产奶性能；同时能极显著提高牛乳乳蛋白率，降低体细胞数量，显著提升β-乳球蛋白含量，极显著提高α-酪蛋白、β-酪蛋白、乳铁蛋白和免疫球蛋白等乳蛋白指标含量，且对牛乳尿素氮、乳糖、乳干物质、乳脂肪等成分无显著影响。

本研究结果证实了蛋氨酸二肽在提升奶牛产奶量、改善乳品质及促进奶牛乳腺健康方面的积极作用，可为蛋氨酸二肽在奶牛健康高效养殖中的合理应用提供试验依据，也为奶牛日粮营养优化与乳品品质提升提供了新的思路。

参考文献

[1] 庞承义.规模奶牛场提高奶牛乳蛋白含量的营养调控技术综述[J].中国乳业, 2024 (5) : 69-73, 78.

[2] 蔺少雄, 孙梅, 邢媛媛, 等.氨基酸、葡萄糖和脂肪酸及其互作对牛乳蛋白合成的影响[J].动物营养学报, 2024, 36 (12) : 7553-7562.

[3] 刘德强.过瘤胃蛋氨酸对奶牛泌乳期生产性能、养分消化率、血清生化指标的影响[D].邯郸: 河北工程大学, 2022.

[4] 兰伟.蛋氨酸二肽对奶牛乳腺上皮细胞炎症的影响及其机制研[D].杭州: 浙江大学, 2020.

[5] 刘敏, 王卓铎, 孙广文, 等.蛋氨酸二肽在动物生产中的应用研究进展[J].饲料工业, 2020, 41 (4) : 7-13.

[6] 高威.饲料添加蛋氨酸或蛋氨酸二肽可改善被艾美球虫感染肉鸡肠道健康[J].广东饲料, 2019, 28 (12) : 47.

[7] 潘能霞.日粮添加蛋氨酸和蛋氨酸二肽对鸽乳蛋白质合成和乳鸽生长的影响[D].广州: 华南农业大学, 2019.

[8] 尹子煜, 何菊云, 梁晓芳, 等.蛋氨酸二肽在幼鲤饲料中的有效性研究及幼鲤蛋氨酸需求量的再评估[J]. 动物营养学

报, 2019, 31 (6) : 2765-2776.

[9] 朱雯, 刘建新, 叶均安.浅谈奶牛乳蛋白的合成及其影响因素[J].中国饲料, 2014 (13) : 43-45.

[10] 全钰洁, 魏勇, 马晓姣, 等.影响奶牛乳蛋白合成的主要营养因素分析[J].饲料工业, 2023, 44 (5) : 84-88.

[11] 刘腾阳, 李栩, 祖热古丽·那斯尔丁, 等.提高奶牛生鲜乳乳蛋白含量的营养调控技术综述[J].中国奶牛, 2023 (8) : 11-15.

[12] 祁业辉, 黄飞, 杜心怡, 等.蛋氨酸二肽对Transwell小室培养的奶牛乳腺上皮细胞中乳蛋白合成的影响[J].动物营养学报, 2023, 35 (9) : 6026-6032.

[13] 杨金勇, 吴跃明, 刘建新.蛋氨酸和蛋氨酸二肽对奶牛乳腺上皮细胞酪蛋白α基因表达的影响[J].农业生物技术学报, 2007 (1) : 24-27.

[14] 常晨城.蛋氨酸及含蛋氨酸二肽对奶牛乳腺上皮细胞内乳蛋白合成相关基因表达的影响[D].呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2015.

[15] 陈璐, 常晨城, 史彬林, 等.含蛋氨酸二肽影响奶牛乳腺上皮细胞乳蛋白合成相关基因表达[J].动物营养学报, 2016, 28 (12) : 4036-4043.

[16] 黄黎明.赖氨酸对牛乳蛋白含量的影响[J].中国乳业, 2024 (6) : 54-58, 63.

[17] 褚楚, 张依, 向世馨, 等.山羊奶、牦牛奶、马奶和驼奶中营养成分含量的比较研究 [J].中国奶牛, 2022 (3) : 34-39.

[18] 张一涵, 余诗强, 蒋林树, 等.影响奶牛乳成分因素的研究进展[J].中国乳业, 2021 (12) : 53-62.

[19] Wei X, Han N, Liu H. Supplementation of methionine dipeptide enhances the milking performance of lactating dairy cows[J].Animals, 2024, 14 (9) : 12.

[20] Zhou M, Xu L, Zhao F Q, et al. Regulation of milk protein synthesis by free and peptide-bound amino acids in dairy cows [J].Biology, 2021, 10 (10) : 1044.

[21] Li P, Fang X, Hao G, et al. Methionine promotes milk protein synthesis via the PI3K-mTOR signaling Pathway in human mammary epithelial cells[J].Metabolites, 2023, 13 (11) : 15.

[22] 裴迪, 申跃宇, 杨斌, 等.过瘤胃蛋氨酸在不同蛋白水平泌乳牛日粮中应用研究[J].中国奶牛, 2023 (5) : 9-13.

[23] 王典, 李国栋, 秦南冰.饲料中补充过瘤胃牛磺酸对奶牛生产、抗氧化和免疫性能的影响[J].饲料工业, 2023, 44 (15) : 36-42.