

秦 枫,潘孝青,邵 乐,等. 日粮添加丁酸钠对母兔繁殖性能、断奶仔兔生长性能的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(23):162-165.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.23.029

日粮添加丁酸钠对母兔繁殖性能、断奶仔兔生长性能的影响

秦 枫^{1,2}, 潘孝青^{1,2}, 邵 乐^{1,2}, 毛攀峰³, 杨 杰^{1,2}, 翟 频^{1,2}, 张 霞^{1,2}, 李 健^{1,2}, 孙以团¹, 马德寅³

(1. 江苏省农业科学院畜牧研究所, 江苏南京 210014; 2. 农业部种养结合重点实验室, 江苏南京 210014;

3. 慈溪市惠叮农业有限公司, 浙江慈溪 315000)

摘要:为探讨丁酸钠对新西兰母兔繁殖性能、断奶仔兔生长性能的影响:(1)选取 45 只胎次、体质量相近的繁殖母兔,随机分为 3 组,每组 5 个重复,每个重复 3 只,于发情前 1 周饲喂基础日粮(对照组)、基础日粮 + 500 mg/kg 丁酸钠(SB-500 组)、基础日粮 + 1 000 mg/kg 丁酸钠(SB-1000 组),同期配种,仔兔 35 d 断奶,记录初生、断奶时相关数据。结果显示:SB-1000 组受胎率、产活仔数最高,分别为 93.33%、7.78 只;但 35 d 断奶时,SB-500 组死亡率最低,断奶平均个体质量、日增质量最高,其中断奶平均个体质量显著高于对照组($P < 0.05$),活仔数比对照组高 0.36 只,死亡率比对照组、SB-1000 组分别低 6.08、8.58 个百分点。(2)选取体质量相近健康断奶仔兔 100 只,随机分为 5 组,每组 5 个重复,每个重复 4 只,分别饲喂基础日粮(对照组)、基础日粮 + 250 mg/kg 丁酸钠(SB-250 组)、基础日粮 + 500 mg/kg 丁酸钠(SB-500 组)、基础日粮 + 750 mg/kg 丁酸钠(SB-750 组)、基础日粮 + 1 000 mg/kg 丁酸钠(SB-1000 组),基础日粮与母兔一致,试验期 21 d,至 56 日龄,记录体质量、采食量、死亡数,试验末选择体质量相近幼兔屠宰分析盲肠发育情况。结果显示,日粮添加丁酸钠对仔兔生长性能有显著影响,SB-500 组和 SB-750 组显著提高了仔兔 56 日龄的体质量,2 组仔兔的日增质量显著高于对照组($P < 0.05$);SB-1000 组显著降低了仔兔日均采食量($P < 0.05$),比对照组低 7.93%。但在料肉比方面,SB-500 组极显著低于对照组,较对照组降低了 21.8%。盲肠数据显示,SB-750 组仔兔盲肠的 pH 值显著高于对照组($P < 0.05$);但 SB-750 组盲肠食糜质量、盲肠空质量在各处理组中是最低的。日粮添加 500 mg/kg 丁酸钠能提高母兔的繁殖性能,显著提高断奶仔兔个体质量及日增质量,降低死亡率;添加 500、750 mg/kg 丁酸钠均能显著提高幼兔的试验末体质量及平均日增质量,但添加 500 mg/kg 丁酸钠显著降低了料肉比,可获得更好的经济效益。

关键词:丁酸钠;新西兰母兔;繁殖性能;断奶仔兔;生长性能

中图分类号: S829.15 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)23-0162-04

丁酸钠($C_4H_7O_2Na$),又称正丁酸钠盐,其有效成分为丁酸。丁酸是一种短链挥发性脂肪酸,对肠道具有积极作用,但丁酸的液体形态及浓烈刺激性气味影响其在生产中的应用。而丁酸钠气味小,呈固体,挥发性较低,更容易使用在饲料生产过程中,作为一种有独特营养生理特性的新型饲料添加剂,日益成为动物保健品和抗生素的替代品。丁酸钠具有调节肠道 pH 值、提高肠道消化酶活性、促进消

化吸收的作用^[1],同时具有广泛的抗炎作用^[2]。研究还发现,丁酸钠能促进肠上皮细胞发育^[3],降低肠道病原菌感染^[4]。目前在猪和家禽生产中对丁酸钠的研究较多。研究表明丁酸钠可增加仔猪采食量、提高日增质量及改善饲料转化率,具有明显促进仔猪生长的作用^[5-6]。李虹瑾等发现,在断奶仔猪日粮中添加 0.03% 的包膜丁酸钠后,仔猪腹泻率下降了 30.71%,腹泻指数下降了 33.85%,平均日增质量提高了 7.22%,耗料增质量比降低了 2.76%^[7]。蛋鸡生产中,在日粮中添加微囊丁酸钠能够延长蛋种鸡产蛋高峰期,提高蛋种鸡的产蛋率和正品蛋率^[8]。饲料中添加丁酸钠有利于饲料中粗脂肪、蛋白质和钙、磷的消化,提高樱桃谷肉鸭的饲料报酬^[9]。但在家兔生产中对丁酸钠研究较少。本试验拟研究日粮添加不同水平丁酸钠对母兔繁殖性能、断奶仔兔生长性能的影响,为家兔无抗生

收稿日期:2021-05-24

基金项目:国家兔产业技术体系南京综合试验站项目(编号:CARS-43-G-2);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(18)2001];宁波市科技计划(编号:202002N3036)。

作者简介:秦 枫(1984—),男,江苏沐阳人,博士,副研究员,主要从事家兔营养与健康养殖研究。E-mail:fqin1983@163.com。

通信作者:杨 杰,硕士,研究员,主要从事家兔生态健康养殖研究。

E-mail:598320394@qq.com。

产提供数据参考。

1 材料与方法

1.1 试验动物

试验母兔及仔兔来自江苏省农业科学院六合动物科学基地实验兔场。

1.2 试验设计

试验地点为江苏省农业科学院六合实验兔场。(1)选取 45 只胎次、体质量相近的繁殖母兔,随机分为 3 组,每组 5 个重复,每个重复 3 只,分别于发情前 1 周饲喂基础日粮(对照组)、基础日粮 + 500 mg/kg 丁酸钠(SB - 500 组)、基础日粮 + 1 000 mg/kg 丁酸钠(SB - 1000 组),同期配种,仔兔 35 d 断奶,试验时间为 2017 年 10—11 月。(2)选取体质量相近的健康断奶仔兔 100 只,随机分为 5 组,每组 5 个重复,每个重复 4 只,分别饲喂基础日粮(对照组)、基础日粮 + 250 mg/kg 丁酸钠(SB - 250 组)、基础日粮 + 500 mg/kg 丁酸钠(SB - 500 组)、基础日粮 + 750 mg/kg 丁酸钠(SB - 750 组)、基础日粮 + 1 000 mg/kg 丁酸钠(SB - 1000 组)。基础日粮为与母兔组一致的日粮,试验期 21 d,至 56 日龄,时间为 2017 年 6—8 月。记录体质量、采食量、死亡数,试验末选择体质量相近的幼兔,屠宰分析盲肠发育情况。

1.3 试验饲料

试验饲料配制参照 NRC(1977)^[10]家兔饲养标准和法国国家兔营养需要^[11],并补充 0.3% 赖氨酸、0.3% 蛋氨酸。其中消化能估值趋于一致,草粉为菊花粉。试验饲料组成及营养水平见表 1。

1.4 饲养管理

试验前对兔舍兔笼进行彻底清扫、消毒。试验母兔单笼饲养,试验断奶仔兔每笼 2 只,每天饲喂 2 次,时间分别在 08:30 和 15:30。试验兔饲喂颗粒配合饲料,长度为 1~2 cm,自由饮水。每天清扫卫生,并做好各项数据记录。所选试验幼兔打耳号。

1.5 样品采集与指标测定

试验(1)记录初产兔活仔数、窝质量、断奶兔活仔数、个体质量、死亡数、母兔分娩前后体质量,计算平均母兔失质量、个体质量、死亡率、仔兔平均日增质量。试验(2)记录兔初始质量、试验末质量、采食量、死亡数,计算平均日增质量、成活率、料肉比。试验末,每组选取 5 只体质量相近的试验兔屠宰,测定盲肠 pH 值;称量盲肠空质量、盲肠内容物质量。

表 1 日粮组成及营养水平

原料	比例(%)	营养	水平
玉米	14.6	干物质(%)	89.93
麦麸	18.6	消化能(mJ/kg)	11.25
豆粕	10.7	粗蛋白质(%)	16.33
菜粕	2.3	粗纤维(%)	15.89
酵母粉	2.7	粗脂肪(%)	5.98
菊花粉	21.4	钙(%)	1.63
艾叶粉	24.4	有效磷(%)	0.45
食盐	0.3	赖氨酸(%)	0.93
预混料	5.0	蛋氨酸+胱氨酸(%)	0.45
合计	100	精氨酸(%)	0.85

注:(1)每 1 kg 预混料含有:FeSO₄·H₂O 5 320 mg,CuSO₄·5H₂O 1 080 mg,MnSO₄·H₂O 560 mg,ZnSO₄·H₂O 3 652 mg,CoCl₂·6H₂O 1 000 mg,维生素 A 180 000 IU,维生素 D 18 000 IU,维生素 E 900 000 IU,CaHPO₄ 250 g,Lys 60 g,Met 40 g。(2)消化能根据总能估测,其余为实测值。

1.6 数据分析

运用 Excel 整理数据,采用 SPSS 17.0 中单因素方差分析(one-way ANOVA)进行统计,Duncan's 法进行多重比较, $P < 0.05$ 为显著差异。

2 结果与分析

2.1 日粮添加丁酸钠对母兔繁殖性能的影响

由表 2 可知,SB - 1000 组受胎率、产活仔数最高,分别为 93.33%、7.78 只;SB - 500 组母兔失质量最小。35 d 断奶时,SB - 500 组死亡率最低,平均个体质量、日增质量最高,其中断奶平均个体质量显著高于对照组($P < 0.05$),活仔数比对照组高 0.42 只,死亡率比对照组、H - SB 组分别低 6.08%、8.58 百分点。

2.2 日粮添加丁酸钠对 35 日龄断奶仔兔生产性能的影响

由表 3 所知,日粮添加丁酸钠对仔兔生长性能有显著的影响,SB - 500 组和 SB - 750 组显著提高了试验末幼兔的体质量,2 组仔兔的日增质量显著高于对照组($P < 0.05$);SB - 1000 组显著降低了仔兔日均采食量($P < 0.05$),比对照组低 7.93%,但在料肉比方面,SB - 500 组极显著低于对照组,较对照组降低了 21.8%。

2.3 日粮添加丁酸钠对 35 日龄断奶仔兔盲肠发育的影响

由表 4 可知,SB - 750 组仔兔盲肠 pH 值显著高

表 2 日粮添加丁酸钠对母兔繁殖性能的影响

组别	初生				35 日龄			
	产活仔数 (个)	初生个体质量 (g)	受胎率 (%)	母兔失质量 (%)	活仔数 (个)	死亡率 (%)	个体质量 (g)	平均日增质量 (g)
对照	7.25 ± 1.22	57.7 ± 4.95	80.00	8.05 ± 2.21	6.50 ± 0.89	10.34	576.2 ± 50.8b	15.7 ± 1.93
SB-500	7.23 ± 1.11	58.4 ± 6.29	86.67	6.41 ± 1.82	6.92 ± 0.82	4.26	652.8 ± 54.9a	16.7 ± 1.56
SB-1000	7.78 ± 1.30	59.7 ± 7.44	93.33	8.89 ± 3.19	6.78 ± 1.11	12.84	611.7 ± 44.9ab	15.8 ± 1.33

注:同列数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著($P>0.05$),不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 3、表 4 同。

表 3 日粮添加丁酸钠对 35 日龄断奶仔兔生产性能的影响

组别	断奶质量 (g)	末质量 (g)	平均日采食 (g)	平均日增质量 (g)	料肉比	成活率 (%)
对照	650.3 ± 35.3	1 145.5 ± 85.4b	75.6 ± 12.8a	23.6 ± 3.5b	3.21 ± 0.22a	90.0
SB-250	649.2 ± 30.0	1 185.0 ± 95.0b	73.9 ± 9.7ab	25.5 ± 3.6b	2.89 ± 0.21b	85.0
SB-500	652.0 ± 24.7	1 239.0 ± 76.2a	70.2 ± 12.6ab	28.0 ± 4.2a	2.51 ± 0.19c	95.0
SB-750	653.1 ± 35.0	1 233.3 ± 101ab	75.5 ± 10.4a	27.2 ± 5.8a	2.77 ± 0.29b	95.0
SB-1000	653.3 ± 36.8	1 161.3 ± 98.1b	69.6 ± 7.0b	24.2 ± 3.6b	2.88 ± 0.21b	90.0

表 4 日粮添加丁酸钠对 35 日龄断奶仔兔盲肠发育的影响

组别	盲肠 pH 值	盲肠食糜质量 (g)	盲肠空质量 (g)
对照	5.71 ± 0.05b	88.8 ± 18.46	12.4 ± 1.80
SB-250	5.82 ± 0.15ab	89.4 ± 15.26	14.2 ± 1.06
SB-500	5.77 ± 0.09ab	80.6 ± 19.01	12.8 ± 2.14
SB-750	5.89 ± 0.12a	75.1 ± 5.82	11.7 ± 1.76
SB-1000	5.77 ± 0.17ab	88.2 ± 27.36	13.4 ± 0.73

于对照组($P<0.05$),但 SB-750 组盲肠食糜质量、盲肠空质量是各处理组中最低的。

3 讨论

2020 年 7 月 1 日,国家全面禁止抗生素在饲料端使用,抗生素替代品的开发与研究成为目前营养研究的热点。研究发现,丁酸钠无污染、无残留,具有促进消化吸收、改善饲料转化效率、提高免疫能力、抑制肠道病原菌等作用。因此,丁酸钠成为最具潜力的抗生素替代品之一,在畜禽养殖中得到应用。本试验发现,日粮添加 500 mg/kg 丁酸钠能提高母兔的繁殖性能,显著提高断奶仔兔个体质量及日增质量,降低死亡率。这与母猪繁殖研究的结果基本一致,在妊娠后期和哺乳期日粮添加微囊丁酸钠可提高母猪的繁殖性能,提高断奶仔猪的个体质量及平均日增质量,同时可以缩短断奶后的发情间隔^[12-13]。岳敏等研究也发现,日粮添加丁酸钠能提高母猪的繁殖性能及哺乳期仔猪的生产性能^[14]。家禽生产中,赵民等研究发现,日粮添加包膜丁酸

钠可提高青脚麻种鸡的产蛋性能,产蛋高峰期的产蛋率及种蛋合格率提高更为显著^[15]。Alhaj 等研究发现,日粮添加 0.05% 丁酸钠能促进种公鸡生育高峰期精液的品质及精液量,提高繁殖性能^[16]。由此可见,日粮添加丁酸钠能影响畜禽的繁殖性能。

本试验还发现,日粮添加丁酸钠可显著提高断奶后仔兔的生产性能,添加 500、750 mg/kg 丁酸钠均能显著提高幼兔的试验末质量及平均日增质量,1 000 mg/kg 显著降低了采食量,但添加 500 mg/kg 丁酸钠还能显著降低料肉比,经济效益更好。Hassanin 等发现,日粮添加丁酸钠可提高试验期生长兔的个体质量及增质量,和益生菌联合使用效果更佳,且能提高采食量^[17]。潘丽俊也发现,在家兔饲料中添加 500 mg/kg 包膜丁酸钠可提高家兔平均日增质量及采食量^[18],与本试验中结果不一致的是兔日采食量,这可能是日粮配方与原料差异造成的。猪生产研究中发现,日粮添加粉剂或包膜丁酸钠对生长猪采食量没有显著的影响,但可以显著提高日增质量^[19]。陈国顺等研究发现,日粮添加包膜丁酸钠可显著提高断奶香猪的料质量比,降低断奶仔猪的腹泻率^[20]。王可鑫等研究报道,饲料中添加丁酸钠可提高断奶羔羊的生长性能^[21]。由此可见,生产中应用丁酸钠可提高畜禽的生产性能,但采食量还需进一步研究。本试验还发现,日粮添加丁酸钠影响盲肠发育,显著提高盲肠的 pH 值。Hassanin 等也发现,丁酸钠可改善生长兔肠道的组织形态,但降低了盲肠的 pH 值,这可能也与日粮结构不同

有关^[17]。报道中 pH 值比本试验中的 pH 值高,丁酸钠有调节盲肠平衡的作用,影响盲肠微生物的活动,故而出现不同的结果,但具体机制尚不清楚。Li 等研究发现,日粮添加丁酸钠能够降低断奶后肉兔的死亡率及腹泻率,改善肠道屏障^[22]。家禽生产研究中表明,前期在小肠释放丁酸钠可提高营养物质的消化率,刺激绒毛发育,后期在盲肠内释放对肠道致病菌有抑制作用^[6,23]。后期研究也证明,包被丁酸钠能改善肉鸡的肠道形态,促进肠道健康^[23-24]。猪生产中也得到相似的结果,日粮添加丁酸钠可缓解仔猪的断奶应激损伤,促进肠道绒毛发育,降低腹泻^[7,26]。以上研究表明,日粮添加丁酸钠可改善肠道发育,减少断奶幼畜的肠道损伤,促进机体健康,但家兔方面研究较少,还需进一步研究。

4 结论

本试验中,日粮添加 500 mg/kg 丁酸钠能提高母兔的繁殖性能,显著提高断奶仔兔个体质量及日增质量,降低死亡率。日粮添加 500、750 mg/kg 丁酸钠均能显著提高幼兔的试验末体质量及平均日增质量,但添加 500 mg/kg 丁酸钠显著降低了料肉比,经济效益更好。此外,丁酸钠可能影响盲肠发育,但需要进一步研究。

参考文献:

- [1] Gálfi P, Neogrady S. The pH - dependent inhibitory action of n - butyrate on gastrointestinal epithelial cell division [J]. Food Research International, 2001, 34 (7) : 581 - 586.
- [2] Menzel T, Lührs H, Ziriklik S, et al. Butyrate inhibits leukocyte adhesion to endothelial cells via modulation of VCAM - 1 [J]. Inflammatory Bowel Diseases, 2004, 10 (2) : 122 - 128.
- [3] Gálfi P, Bokori J. Feeding trial in pigs with a diet containing sodium n - butyrate [J]. Acta Veterinaria Hungarica, 1990, 38 (1/2) : 3 - 17.
- [4] Piva A, Morlacchini M, Casadei G, et al. Sodium butyrate improves growth performance of weaned piglets during the first period after weaning [J]. Italian Journal of Animal Science, 2002, 1 (1) : 35 - 41.
- [5] Hu Z H, Guo Y M. Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function and gut flora in chickens [J]. Animal Feed Science and Technology, 2007, 132 (3/4) : 240 - 249.
- [6] Fernández - Rubio C, Ordóñez C, Abad - González J, et al. Butyric acid - based feed additives help protect broiler chickens from *Salmonella* Enteritidis infection [J]. Poultry Science, 2009, 88 (5) : 943 - 948.
- [7] 李虹瑾, 沙万里, 尹柏双, 等. 包膜丁酸钠对断奶仔猪肠道菌群及生长性能的影响 [J]. 家畜生态学报, 2017, 38 (9) : 30 - 34.
- [8] 周磊, 徐小芳, 余荣, 等. 微囊丁酸钠对罗曼蛋种鸡生产性能的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2013, 49 (18) : 53 - 55.
- [9] 王曼曼. 丁酸钠对樱桃谷肉鸭生产性能和消化道生长发育影响机理的研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2011.
- [10] National R R C, Mitchell H H. The minimum protein requirements of cattle/Report of Committee on Animal Nutrition [M]. Washington D C: National Research Council of the National Academy of Sciences, 1929.
- [11] 谷子林, 薛家宾. 现代养兔实用百科全书 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- [12] 章利丰, 王志刚, 王雯熙, 等. 微囊丁酸钠对种母猪繁殖性能及哺乳仔猪生产性能的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2014, 50 (12) : 70 - 73.
- [13] 栢丽, 余荣, 侯嘉, 等. 饲料添加微囊丁酸钠对母猪及后代生产性能的影响 [J]. 饲料工业, 2016, 37 (18) : 12 - 15.
- [14] 岳敏, 许丽, 方翠林, 等. 丁酸钠对母猪生产性能和抗氧化功能及后代仔猪生长的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2014, 50 (23) : 44 - 47.
- [15] 赵民, 徐小芳, 余荣. 包膜丁酸钠对青脚麻种鸡生产性能的影响 [J]. 饲料工业, 2012, 33 (20) : 33 - 34.
- [16] Alhaj H W, Li Z J, Shan T P, et al. Effects of dietary sodium butyrate on reproduction in adult breeder roosters [J]. Animal Reproduction Science, 2018, 196 : 111 - 119.
- [17] Hassanin A, Tony M A, Sawireess F A R, et al. Influence of dietary supplementation of coated sodium butyrate and/or synbiotic on growth performances, caecal fermentation, intestinal morphometry and metabolic profile of growing rabbits [J]. Journal of Agricultural Science, 2015, 7 (2) : 180.
- [18] 潘丽俊. 包膜丁酸钠对家兔肠道健康的影响及对球虫病的预防效果研究 [D]. 金华: 浙江师范大学, 2016.
- [19] 董冠, 杨维仁, 杨在宾, 等. 不同丁酸钠对生长猪生产性能的影响及其比较研究 [J]. 饲料工业, 2012, 33 (增刊 1) : 56 - 58.
- [20] 陈国顺, 余荣, 冯光戩. 日粮中添加包膜丁酸钠对香猪生产性能和血液生化指标的影响 [J]. 中国畜牧兽医, 2012, 39 (6) : 98 - 100.
- [21] 王可鑫, 左丽君, 陈想, 等. 包膜丁酸钠对脂多糖刺激下断奶羔羊血清炎症细胞因子、肠道通透性及肠道组织形态的影响 [J]. 动物营养学报, 2021, 33 (2) : 954 - 964.
- [22] Li C Y, Chen X Y, Zhang B, et al. Sodium butyrate improved intestinal barrier in rabbits [J]. Italian Journal of Animal Science, 2020, 19 (1) : 1482 - 1492.
- [23] Guilloteau P, Martin L, Eeckhaut V, et al. From the gut to the peripheral tissues: the multiple effects of butyrate [J]. Nutrition Research Reviews, 2010, 23 (2) : 366 - 384.
- [24] 鞠婷婷, 郭孝辉, 肖雪, 等. 饲料添加丁酸钠对黄羽肉鸡生产性能、血清生化指标、消化功能和肠道形态的影响 [J]. 中国家禽, 2015, 37 (9) : 32 - 36.
- [25] 刘馨忆. 包被丁酸钠对肉仔鸡生长性能、免疫功能及肠道组织形态的影响 [J]. 饲料研究, 2020, 43 (6) : 41 - 44.
- [26] 薛萍, 沈峰, 王恬, 等. 丁酸钠对早期断奶仔猪肠道微生物菌群、pH 值、挥发性脂肪酸及肠道形态的影响 [J]. 饲料研究, 2018 (6) : 7 - 13.