

嗜酸乳杆菌 MG2-1 对大鼠血清脂质代谢的影响研究

孟和毕力格¹ 张和平¹ 陈永福¹ 关 红² 周东坡^{3*}

(¹ 内蒙古农业大学食品科学与工程学院 教育部乳品生物技术与工程重点实验室 呼和浩特 010018)

(² 内蒙古农业大学动物科学与医学学院 呼和浩特 010018)

(³ 黑龙江大学生命科学院 哈尔滨 150080)

摘 要 利用从蒙古国酸马奶中分离鉴定,并通过耐酸性及体外降胆固醇能力测试筛选获得的 *L. acidophilus* MG2-1 菌制备成活菌体和热致死菌体制剂与高脂饲料同时灌喂 Wistar 系大鼠,研究探讨了对其血清脂质代谢的影响。结果显示,试验第 14 天时菌活菌体组和热致死菌体组与单纯饲喂高脂饲料对照组比较,对大鼠血清胆固醇浓度的上升分别呈现显著 ($p < 0.05$) 和极显著的抑制效果 ($p < 0.01$)。其热致死菌体组大鼠血清 HDL-C 显著高于高脂饲料对照组 ($p < 0.05$)。并且各试验组大鼠动脉硬化指数均极显著地低于高脂饲料对照组 ($p < 0.01$)。热致死菌体组大鼠粪便中总胆汁酸含量也显著高于高脂饲料组 ($p < 0.05$)。可见,该菌株具有一定的抑制大鼠血清胆固醇含量上升和预防动脉硬化的作用。但在整个试验期内不改变灌服菌液剂量的情况下,随着试验时间的延长,该菌株对大鼠血清脂质的影响呈减弱趋势。

关键词 乳杆菌,血清胆固醇,大鼠

中图分类号: Q939.9 文献标识码: A 文章编号: 0001-6209(2005)06-0865-06

酸牛奶等发酵乳制品以其丰富的营养和含有乳酸菌的特殊性,自古以来被视为具有食疗功能的食品^[1]。特别是乳酸菌,经过多年的研究已证实了对人体胃肠道功能的改善和疾病预防方面具有一定的效果,被认为是人类健康有益的益生菌 (Probiotics)。并已确认,嗜酸乳杆菌 (*Lactobacillus acidophilus*)、保加利亚乳杆菌 (*Lactobacillus bulgaricus*)、干酪乳杆菌 (*Lactobacillus casei*)、格氏乳杆菌 (*Lactobacillus gasseri*)、鼠李糖乳杆菌 (*Lactobacillus rhamnosus*) 和罗伊氏乳杆菌 (*Lactobacillus reuteri*) 等乳酸菌以及 *Bifidobacterium* 属的菌株具有调节肠道机能、肠内菌群的调节、降血脂、降血压作用、增强免疫力和抗肿瘤等益生作用^[2]。尤其是自 Mann 和 Spoerry (1974 年)^[3]报道了发酵乳对 Masai 人的血清总胆固醇含量产生降低效果之后,引起了诸多研究者的兴趣。从而促进了乳酸菌及其发酵乳对血脂代谢改善作用的研究。

现代人类生存环境的改善和饮食习惯不断发生变化,摄入高脂质含量食物在整个饮食结构中占有较高的比例。尤其是在我国随着人民生活水平的提高,食物中动物性脂肪等含高脂肪、高胆固醇成分比

例增加,高血脂人群呈从高龄向中青年蔓延的趋势。长期持续的高胆固醇血症是诱发心血管疾病的最危险因素之一。血中总胆固醇值与心血管疾病发病率间呈正相关,其含量超过 200mg/dL 时发病急剧增加,例如总胆固醇值为 220mg/dL 时其发病率比 200mg/dL 的 1.5 倍、240mg/dL 时 2 倍、300mg/dL 时达到 4 倍^[4]。

在国内外诸多报道中,乳酸菌对机体血脂代谢的影响研究,主要以发酵乳形式或直接将冷冻干燥菌体按一定比例混合到食物中摄入体内来观察,血清脂质成分变化作为常用研究手段,并且多数研究证实了乳酸菌或其发酵乳具有显著的降低血清胆固醇浓度的作用^[5~7]。Xiao 等 (2003 年)^[8]研究了长双歧杆菌酸奶和普通酸奶对大鼠血清脂质代谢的影响以及对血清胆固醇浓度在 220 ~ 280mg/dL 范围内的成年人进行 4 周的观察,认为双歧杆菌酸奶对血清胆固醇具有明显的降低作用,而普通酸奶具有稳定血清脂质代谢的效果。Umeki 等 (2004 年)^[9]研究了用于工业生产 L-乳酸的鼠李糖乳杆菌 KY-3 和纤维二糖对大鼠血清脂质代谢的影响,其结果显示了明显的改善效果。总之,不同来源的乳杆菌及其发酵

基金项目 国家自然科学基金项目 (30460009)

* 通讯作者。Tel 86-451-88194798 Fax 86-451-86609016 E-mail: zhoudp2003@yahoo.com.cn

作者简介 孟和毕力格 (1965 -) 男 (蒙) 内蒙古人,副教授,博士,研究方向为乳品微生物学。E-mail: mnhblg@163.com

收稿日期 2005-03-14,修回日期 2005-07-21

乳对血清胆固醇等脂质组成的代谢均有不同程度的改善效果。但是,在众多的研究报道中利用增菌培养收集的湿菌体或其热致死菌体经过动物试验的研究报道较少。尤其是我国乳酸菌研究中,利用动物试验探讨改善血脂代谢的研究报道极少见。

本试验中,我们从蒙古国传统方法制作的马奶酒中分离鉴定的乳杆菌中,经人工胃肠液中存活率、体外胆汁酸耐受力以及吸附排出溶媒中胆固醇能力等试验筛选出 1 株乳杆菌,即 *L. acidophilus* MG2-1 菌株为试验菌株,灌服给饲喂高脂饲料的大白鼠观察了对其血清胆固醇和甘油三脂等脂质成分的影响效果。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 菌株 *L. acidophilus* MG2-1 分离自蒙古国酸马奶,经内蒙古农业大学乳制品研究培训中心微生物研究室鉴定保存^[10]。是通过耐酸性生长试验、在人工胃肠消化液中存活率及吸附排出溶媒中胆固醇能力等试验筛选的菌株^[11]。

1.1.2 培养基和主要试剂 :MRS 培养基^[12];BCP 琼脂培养基(Plate Count Agar with Brom Cresol Purple, Japan Nissui)10% 脱脂乳培养基。全自动生化分析仪用总胆固醇(TCH)试剂盒(CHOD-PAP 法)、甘油三脂(TG)试剂盒(GPO-PAP 法)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)试剂盒(磷钨酸-镁沉淀法)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)和总胆汁酸试剂盒(Ranbox Laboratories Ltd., B11689/s)均购自中生北控生物科技股份有限公司。

1.1.3 基础饲料和高脂饲料 :饲喂大鼠的基础饲料为施新猷^[13]介绍的配方,其组成为白面粉 20%、米粉 10%、玉米 20%、麸皮 25%、豆料 20%、骨粉 2.0%、食盐 0.9% 和维生素 0.1%。所用高脂饲料为根据施新猷^[13]和桥本^[14]介绍的配方,由内蒙古大学实验动物研究中心配制。

1.2 乳杆菌前培养与制备试验菌液

将 *L. acidophilus* MG2-1 菌株接种于 MRS 培养液 37℃ 培养 18h,经离心(3000r/min, 10min)收集菌体,用灭菌生理盐水离心洗涤后,在菌体沉淀上加入 10% 灭菌脱脂乳液,调整其菌数为 2.0×10^9 cfu/mL,混匀后用 BCP 琼脂培养基倾注培养皿进行计活菌数。并将脱脂乳菌悬液分为两等份,其中一份置于 50℃ ~ 55℃,自体消化 2h 后转到 100℃ 加热 10min 灭活制成热致死菌体脱脂乳液^[15]。将活菌体脱脂

乳制剂和热致死菌体悬浮液,按每日使用量分装于冷冻瓶中,置 -85℃ 冰柜保存备用。

1.3 试验动物及饲养试验

自内蒙古大学试验动物研究中心购入 4 周龄,体重 100 ~ 120g 的雄性 wistar 系断乳大白鼠 44 只(体重 103.49 ± 17.83 g)。大鼠购入后逐个称体重,在室温 18℃ ~ 20℃、相对湿度 $50 \pm 5\%$ 的环境中,水和基础饲料自由采食饲养至第 7 天。在第 7 天时再次逐个称体重,按平均体重约相等分成 4 个组,每组 11 只,即为 *L. acidophilus* MG2-1 热致死菌体组:饲喂高脂饲料的同时灌服热致死菌体制剂、*L. acidophilus* MG2-1 活菌体组:饲喂高脂饲料的同时灌服活菌体制剂、高脂饲料组:饲喂高脂饲料的同时灌服灭菌脱脂乳培养液、基础饲料组:以基础饲料喂养,灌服灭菌生理盐水。从第 8 天开始,各试验组按照以每只大鼠 20g/日饲料量,随体重增加而适当增量饲养。并在每日早晨供饲料 1h 后,分别灌服已制备好的活菌脱脂乳液、热致死菌体脱脂乳液、灭菌 10% 脱脂乳液和灭菌生理盐水各 2mL/只。

1.4 血液和粪便样品采集与分析测试

在正式试验开始前和试验后第 14 天,绝食一夜后大鼠尾静脉采血,凝血后离心(4000r/min, 10min)分离血清,用 PRONTO EVOLUTION 全自动生化分析仪测定血清总胆固醇(TCH)、甘油三脂(TG)和高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)含量。试验后第 28 天经绝食一夜,心脏采血。血液经离心(4000r/min, 10min)分离血清测定血清总胆固醇(TCH)、甘油三脂(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)含量。在试验进行 14d 后,每个试验组分别采集 3d 的粪便,经冷冻干燥后用全自动生化仪测定总胆汁酸含量^[16]。

2 结果和分析

2.1 饲喂高脂饲料对大鼠血清脂质的影响

本试验中,用酸马奶中分离的 *L. acidophilus* MG2-1 菌株热致死菌体脱脂乳制剂和活菌体脱脂乳制剂分别与高胆固醇饲料同时投喂 wistar 系大白鼠,并以高脂饲料组大鼠灌服灭菌脱脂乳液和基础饲料组大鼠灌服灭菌生理盐水作对照,对该菌株对大鼠血清胆固醇和甘油三脂含量的影响效果进行了分析。

在试验开始前及试验至第 14 天时,饲喂高脂饲料组和基础饲料组大鼠血清总胆固醇和甘油三脂含量测定结果如图 1 所示。试验前大鼠血清总胆固

醇和甘油三脂含量与试验后第 14 天的普通营养饲料组相比较无显著变化,而饲喂高脂饲料组血清总胆固醇和甘油三脂含量与基础饲料组对比呈显著升高($p < 0.01$, $p < 0.05$)。可见,本试验中饲喂大鼠的高脂饲料在 14 天时能使其血清脂质含量显著升高。

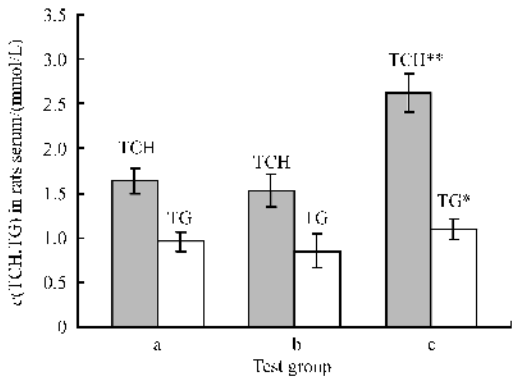


图 1 各对照组血清 TCH、TG 含量变化情况

Fig.1 Comparison of serum concentration of total TCH and TG of different groups

a :Pre-experiment rats ;b : Comparison of group fed basic diet on the 14th day ;c : Comparison of group fed lipid-rich diet on the 14th day ;TCH = Total cholesterol ;TG = Triglycerides .n = 6 ; * : $p < 0.05$; ** : $p < 0.01$.

2.2 试验第 14 天时 *L. acidophilus* MG2-1 对大鼠血清脂质含量的影响分析

将 *L. acidophilus* MG2-1 菌株,分别以活菌体制剂和热致死菌体制剂的形式灌服给饲喂高脂饲料的大鼠,试验至第 14 天时采血分离血清用全自动生化分析仪测定了其总胆固醇、TG 和 HDL-C 含量,结果如图 2 所示。

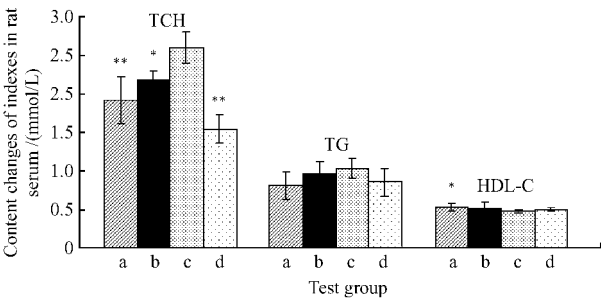


图 2 第 14 天时各试验组大鼠血清各项指标测定结果

Fig.2 Test results of rat serum indexes of different experimental groups on the 14th day

a :Thermal death bacteria group ;b :Living bacteria group ;c :High lipid diet group ;d :Basic diet group . TCH = Total cholesterol ; TG = Triglycerides ;HDL-C = High density lipoprotein cholesterol . n = 6 ; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

从图 2 可知,各试验组大鼠血清胆固醇和 TG 含量在试验第 14 天时,明显低于饲喂高脂饲料组,

其中热致死菌体组血清胆固醇值为 1.91mmol/L,极显著地低于高脂饲料对照组($p < 0.01$) ;活菌体组大鼠血清胆固醇值也显著低于高脂饲料对照组($p < 0.05$) ;而各试验组大鼠血清 TG 虽然明显低于高脂饲料组大鼠群,但尚未达到差异性水平 ;各试验组大鼠血清 HDL-C 值虽然均高于高脂饲料组对照组,但只有热致死菌体组呈现显著性差异($p < 0.05$)。同时,按照 Kawas(2000)^[17]介绍的方法计算了动脉硬化指数(Arteriosclerosis index ,AI),如图 3 所示,灌服乳杆菌制剂和基础饲料对照组大鼠 AI 值明显低于高脂饲料对照组大鼠,均达到极显著差异水平($p < 0.01$)。

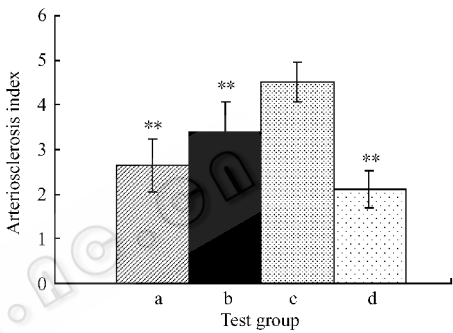


图 3 第 14 天时各试验组大鼠动脉硬化指数计算结果

Fig.3 The arteriosclerosis index(AI) of different groups on the 14th day
a :Thermal death bacteria group ;b :Living bacteria group ;c :High lipid diet group ;d :Basic diet group ; AI =(TCH-HDL-C)/HDL-C . n = 6 ; * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

2.3 试验第 28 天时 *L. acidophilus* MG2-1 对大鼠血清脂质含量的影响分析

由图 4 所示,当试验进行至第 28 天时,热致死菌体组和活菌体组大鼠血清胆固醇、TG 和 LDL-C 测定值,虽然均低于高脂饲料对照组大鼠群,但是其中只有热致死菌体组大鼠血清胆固醇和 LDL-C 测定值显示了差异性($p < 0.05$)。基础饲料对照组大鼠血清胆固醇和 LDL-C 之均极显著地低于高脂饲料组($p < 0.01$)。基础饲料对照组 HDL-C 测定值显著($p < 0.05$)高于其它试验组。而且从图 5 可也看出,基础饲料对照组动脉硬化指数极显著地低于高脂饲料组($p < 0.01$),但是其它试验组间未呈现显著性差异。可见,在灌服菌液剂量不变的情况下,随着试验时间的延续,*L. acidophilus* MG2-1 菌株热致死菌体和活菌体抑制大鼠血清胆固醇含量上升效果减弱。

另外,测定粪便中总胆汁酸含量的结果如图 6 所示,其含量最高的是热致死菌体组大鼠粪便,并依次排列为活菌体组、高脂饲料组和基础饲料对照组。其中热致死菌体组与高脂饲料组对比显示出显著性

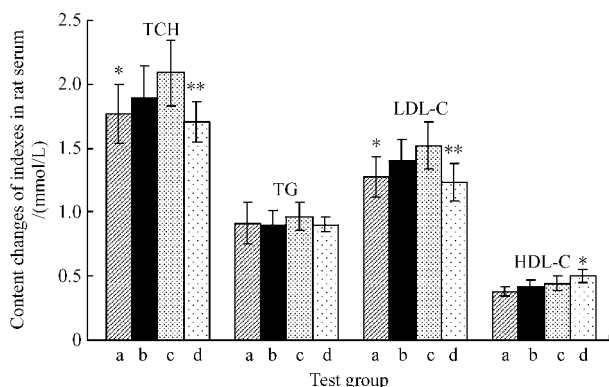


图4 第28天时各试验组大鼠血清各指标测定结果

Fig.4 Test results of rat serum indexes of different experimental groups on the 28th day

There were ten rats in every group, and there were two rats died in the control group and high lipid diet groups respectively during the experiment. a: Thermal death bacteria group; b: Living bacteria group; c: High lipid diet group; d: Basic diet group. TCH = Total cholesterol; TG = Triglycerides; HDL-C = High density lipoprotein cholesterol; LDL-C = Low density lipoprotein cholesterol. n = 10; * : $p < 0.05$, * * : $p < 0.01$; high lipid diet group was the control.

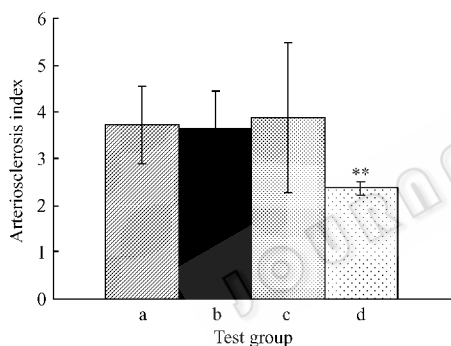


图5 第28天时各试验组动脉硬化指数计算结果

Fig.5 The arteriosclerosis index (AI) of different groups on the 28th day
a: Thermal death bacteria group; b: Living bacteria group; c: High lipid diet group; d: Basic diet group; AI = (TCH - HDL-C) / HDL-C. n = 6;

* : $p < 0.05$, * * : $p < 0.01$.

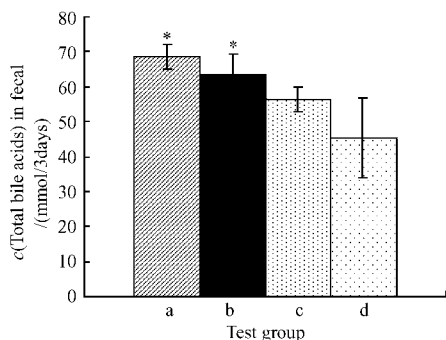


图6 3日内的大鼠粪便中总胆汁酸含量测定结果

Fig.6 The result total bile acids in fecal samples of rats every three days
a: Thermal death bacteria group; b: Living bacteria group; c: High lipid diet group; d: Basic diet group; n = 6; * : $p < 0.05$, * * : $p < 0.01$.

差异 ($p < 0.05$)。说明粪便中胆汁酸的排除量增多。

3 讨论

乳酸菌降低血清胆固醇的机理,多数报道认为主要是通过其细胞吸附胆固醇、胆汁酸脱结合和共沉淀等来抑制胆固醇的吸收,加速胆汁酸的排出量以及改善肠道内菌群从而促进单链脂肪酸的生成来抑制肝脏中胆固醇的合成等作用有关^[18-20]。Hashimoto等(2000年)^[21]采用HPLC法测定分析乳酸菌在体外对胆汁酸的吸附、脱结合和酸化等生化变化的研究,并认为无论是活菌体还是热致死菌体均可呈现减少界质中胆汁酸的作用。绵贯(1982年)^[22]用 *Enterococcus faecalis* 的致死菌体投喂大鼠的试验中,观察到大鼠血清胆固醇含量的降低现象。田渊(2002年)^[23]将 *Lactobacillus* GG 冷冻干燥菌体按1%和5%的比例添加到高胆固醇饲料 AIN-76 (Oriental Yeast Co., Ltd., Tokyo, Japan) 中饲喂大鼠后,测定血清胆固醇浓度的同时分析了粪便中排出的 *Lactobacillus* GG 菌数。结果显示添加5%菌体的试验群效果极显著高于对照群 ($p < 0.01$),而两个试验群粪便中排出菌数几乎相同无明显差异,由此认为该菌的抑制血清胆固醇上升作用是可能由活菌体的胆固醇吸附、胆汁酸脱结合以及死菌体的共同效应产生。石川(2001年)^[16]将 *L. casei* shirota 株培养收集菌体制成菌悬液,经50℃~55℃自行消化2h,再经100℃加热处理10min后,离心收集上清液经冷冻干燥后让患有高血压症的老年人口服观察,结果显示了菌体上清液干燥物不仅具有降血压作用而且对患者血清胆固醇和甘油三酯含量也具有显著的降低作用。此试验虽然不能充分证明降血压和降胆固醇作用的物质为同一成分,但至少说明菌体成分具有降胆固醇作用。并且上述文献中试验观察期限均为两周。本试验研究中, *L. acidophilus* MG2-1 株菌热致死菌体和活菌体在灌服第14天时,对大鼠血清胆固醇含量的上升呈现了抑制效果,并且热致死菌体组粪便中总胆汁酸含量也显著高于其它试验组。说明无论经热致死还是活着的 *L. acidophilus* MG2-1 菌对大鼠血清胆固醇的上升都具有一定抑制作用,并显示了预防动脉硬化症的效果。并且以死菌体制剂的效果较为显著。这一现象提示,其抑制血清胆固醇浓度的上升作用与菌体表面结构物质的吸附排除作用相关,可能经热处理后的菌体表面结构发生变化,使得胆固醇或胆汁酸更易于吸附所致。

faecium 和 *St. thermophilus* 菌的发酵乳, 让高胆固醇血症的被试者摄入 6 周的试验显示, 被试者血清总胆固醇值和 LDL-C 值比对照观测组极显著的减少, 而血清 HDL-C 和 TG 测定值未发生显著变化。在随后时间长达 6 个月的试验进行至第 3 个月时, 试验组和对照组间呈显著性差异, 但是到了第 6 个月时观测组间差异不显著。另外, Jhon(1997 年)^[25]报道, 只要喂某种高脂饲料的期限足够长到一定水平, 各种动物的胆固醇代谢能达到一个新的稳态。小鼠的这个期限为 3 周, 大鼠为 4 周。本试验中, 在整个试验期内未改变灌服剂量的情况下, 试验进行至第 28 天时 *L. acidophilus* MG2-1 菌株对大鼠血清胆固醇等脂质含量的影响效果呈减弱趋势。这可能正是试验组大鼠持续长时间摄入高脂饲料的状态下, 其机体脂质代谢活动达到了一个新的稳定状态, 从而减弱了乳酸菌对大鼠血清脂质含量上升抑制效果。

4 结论

从蒙古国酸马奶中分离鉴定的 *L. acidophilus* MG2-1 菌株, 经热致死体或活菌体制剂的形式灌服饲喂高脂饲料的 Wistar 系大鼠并与高脂饲料对照组和基础饲料对照组进行比较试验至第 14 天时, 对大鼠血清胆固醇浓度的上升呈现明显的抑制效果, 其热致死菌体效果达到极显著性水平 ($p < 0.01$)。热致死菌体组大鼠血清 HDL-C 浓度显著 ($p < 0.05$) 高于高脂饲料组, 而活菌体尚未达到显著性差异。热致死菌组大鼠粪便中总胆汁酸含量也显著高于高脂饲料组 ($p < 0.05$)。各试验组大鼠动脉硬化指数均极显著地低于高脂饲料对照组 ($p < 0.01$)。说明该试验菌株对大鼠血清胆固醇浓度的上升具有抑制作用, 具有一定的改善血清脂质代谢和预防动脉硬化的效果。这种效果与菌体吸附胆固醇或胆汁酸增加排出量而抑制血清中浓度的上升有关。并且在整个试验期内不改变灌服菌液剂量的情况下, 随着试验时间的延长, 该菌株对大鼠血清脂质的影响呈减弱趋势。

参 考 文 献

- [1] 王树坤, 李万林. 乳制品消费对血清胆固醇浓度和代谢的影响. 中国微生态学杂志, 2001, 13(5): 305 - 307.
- [2] 光昉知足. 乳酸菌、腸内フローラと健康. 食品工業, 2001, 44(4): 18 - 25.
- [3] Mann G V, Spoerry A. Studies of a surfactant and cholesteremia in the Maasai. *Am J Clin Nutr*, 1974, 27: 464 - 469.
- [4] 日本動脈硬化學會高脂血症診療ガイドライン検討委員會. 動脈硬化. 1997, 25: 1 - 34.
- [5] 高野俊明. 乳酸菌研究集談會編(森地敏樹責任編集). 乳酸菌の科學と技術. 東京: 学会出版センタ, 1996, 317 - 318.
- [6] Hashimoto H, Yamazaki K, He F, et al. Hypocholesterolemic effects of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* TMC0409 strain observed in rats fed cholesterol contained diets. *Animal Sci J*, 1999, 70: 90 - 97.
- [7] 陈 营, 桂远明, 刘 妮. 降胆固醇微生态制剂对大鼠高血脂的影响. 中国微生态学杂志, 2001, 13(1): 33 - 34.
- [8] Xiao J Z, Kondo S, Takahashi N, et al. Effect of milk products fermented by bifidobacterium longum on blood lipids in rats and healthy adult male volunteers. *J Dairy Sci*, 2003, 86(7): 2452 - 2461.
- [9] Umekim M, Oue K, Mochizuki S, et al. Effect of *Lactobacillus rhamnosus* KY-3 and cellobiose as synbiotics on lipid metabolism in rats. *J Nutr Sci Vitaminol*(Tokyo), 2004, 50(5): 330 - 334.
- [10] 孟和毕力格, 乌日娜, 王立平, 等. 不同地区酸马奶中乳杆菌的分离及其生物学特性的研究. 中国乳品工业, 2004, 32(11): 6 - 7.
- [11] 王立平, 徐 杰, 云月英, 等. 蒙古国传统发酵酸马奶 (Koumiss) 中乳杆菌潜在益生特性的研究. 中国乳品工业, 2005, 33(4): 4 - 10.
- [12] 凌代文, 东秀株, 编著. 乳酸菌分类鉴定及实验方法. 北京: 中国轻工业出版社, 1999, 85.
- [13] 施新猷, 编著. 现代医学试验动物学. 北京: 人民军医出版社, 2000, 470.
- [14] 橋本英夫, 山崎和幸, 荒井 靖子ら. 乳酸菌のラット血清コレステロール上婦抑制作用に關する検討. 日畜會報, 1998, 69: 702 - 707.
- [15] 石川文保, 綿貫雅章. 乳酸菌、腸内フローラと健康 *Lactobacillus casei* シロタ株叻酵乳の脂質代謝改善作用. 食品工業, 2001, 44(4): 26 - 33.
- [16] Kim M, Shin H K. The water soluble extract of chicory influences serum and liver lipid concentration, cecal short-chain fatty acid concentration and fecal lipid excretion in rats. *J Nutr*, 1998, 128: 1731 - 1736.
- [17] Kawase M, Hashimoto H, Hosoda M, et al. Effect of administration of fermented milk containing whey protein concentrate to rats and healthy men on serum lipids and blood pressure. *J Dairy Sci*, 2000, 83: 255 - 263.
- [18] Yokota A, Veenstra M, Kurdi P, et al. Cholate resistance in *Lactococcus lactis* is mediated by an ATP-dependent multispecific organic anion transporter. *Journal of Bacteriology*, 2000, 182(18): 5196 - 5201.
- [19] Kurdi P, van Veen H W, Tanaka H, et al. Cholic acid is accumulated spontaneously, driven by membrane ΔpH , in many lactobacilli. *Journal of Bacteriology*, 2000, 182(22): 6525 - 6528.
- [20] 肖金忠. 叻酵乳による血中脂質改善效果に する研究. *Milk Science*, 2003, 52(3): 162 - 165.
- [21] Hashimoto H, Kawase M, Hosoda M, et al. Binding, deconjugation and oxidation of taurocholic acid with *Lactobacilli* cells. *Milchwissenschaft*, 2000, 55: 316 - 319.

- [22] 綿貫雅章, 後藤義宏, 和田康江. 腸内フローラと脂質代謝. 腸内フローラと(光岡知足編). 東京: 学会出版センタ, 1982, 108-120.
- [23] 田淵三保子, 笹原裕美, 細田正孝ら. *Lactobacillus* GG 凍結乾燥菌體の血清コレステロール低下作用に関する検討. 日本畜産學會報, 2002, 73(4): 509-512.
- [24] Agerbaek M, Gerdes L U, Richelsen B. Hypocholesterolaemic effect of a new fermented milk product in healthy middle-aged men. *European J Clinical Nutr*, 1995, 49: 346-352.
- [25] Jhon M, Dietschy. Theoretical consideration of what regulates low-density-lipoprotein and high-density-lipoprotein cholesterol. *Am J Clin Nutr*, 1997, 65: 1581s-1589s

Study on effect of *Lactobacillus acidophilus* MG2-1 on serum lipid metabolism in rats

MENGHE Bilige¹ ZHANG He-ping¹ CHEN Yong-fu¹ GUAN Hong² ZHOU Dong-po^{3*}

(¹ Key Laboratory of Dairy Biotechnology and Bioengineering of Education Ministry, Department of Food Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China)

(² College of Animal and Medicine Science, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China)

(³ College of Life Science, Heilongjiang University, Harbin 150080, China)

Abstract: Wistar rats were fed with a high lipid diet supplemented with living or thermal death bacteria of *Lactobacillus acidophilus* MG2-1 which was isolated from koumiss in Mongolia and was of good ability of acid tolerance and decreasing the level of cholesterol *in vitro*. The effect of *Lb. acidophilus* MG2-1 on the metabolism of serum cholesterol was discussed. It was showed that it was on the 14th day of experiment that the inhibiting effects of the increase of serum cholesterol level of rat groups fed with living bacteria and heat-killed bacteria was significantly ($p > 0.05$) and very significantly ($p < 0.01$) higher than that of the high lipid diet group respectively; at the same time, the level of serum HDL-C of the thermal death bacteria group was significantly higher than that of the high lipid diet group ($p < 0.05$), also arteriosclerosis index of wistar rats in experimental group is significantly lower than that of the high lipid diet group ($p < 0.01$). The total bile acid level of the thermal death bacteria group in fecal is significantly higher than that of the high lipid diet group ($p < 0.05$). It is suggested that the increase of serum cholesterol level in rats can be inhibited and arteriosclerosis can also be prevented by this strain. During the period of tests, the effect of the strain on serum lipid in rats weaken with the time going, while the dose of bacteria fed was not changed.

Key words: *Lactobacillus*, Serum cholesterol, Rats

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (30460009)

* Corresponding author. Tel: 86-451-88194798; Fax: 86-451-86609016; E-mail: zhoudp2003@yahoo.com.cn

First author. E-mail: mhb1g@163.com

Received date: 03-14-2005

欢迎订阅《微生物学报》

《微生物学报》为双月刊(双月4日出版), 2006年每期页码为160面, 单价为30.00元, 全年定价180元。读者可以通过以下3种方式订阅本刊。刊号为: ISSN 0001-6209; CN11-1995/Q。

1. 邮发: 全国各大邮局均可订阅。

国内邮发代号: 2-504; 国外发行代号: BM67

2. 邮购: 欢迎广大读者直接与本刊编辑部联系购买, 可通过邮局汇款, 我们将按期免费邮寄。

汇款地址: (100080) 北京海淀中关村 中国科学院微生物研究所内

收款人: 《微生物学报》编辑部; 电话: (010) 62630422; E-mail: actamicro@sun.im.ac.cn

另外, 本刊编辑部现存有少量过期期刊, 如有需要者可与编辑部联系, 款到即免费寄上。(注: 请事先与编辑部电话或 e-mail 联系, 获悉每册售价。敬请在汇款单上注明所购刊物的年代、卷、期和数量)

3. 科学出版社期刊分社发行部: 直接与科学出版社联系。

地址: (100717) 北京东黄城根北街16号; 电话: (010) 64034563; E-mail: journal@cspg.net