乳及乳制品中胆固醇含量检测方法的研究

李振侠，张慧萍，李 红，仪虹伯，李瑞雪，陈 晨，金 箫，张丰生，任 丽

内蒙古蒙牛乳业（集团）股份有限公司 内蒙古呼和浩特 011500

摘 要：[目的]本文综述乳及乳制品中胆固醇含量检测方法。[方法]参照《GB 5009.128—2016 食品安全国家标准 食品中胆固醇的测定》第二法，以高效液相色谱法为基础进行试验操作，检测不同乳及乳制品样品中胆固醇含量。[结果]纯牛奶中平均胆固醇含量最低（5.32 mg/100 g），冰激凌中最高（11.57 mg/100 g），酸奶和奶酪中分别为10.56 mg/100 g和8.67 mg/100 g。所测胆固醇含量的定量检出限为2.6 mg/100 g，回收率均在80%～120%。[结论]检测结果对居民（尤其是心血管疾病等慢性病患者）日常选择乳制品有一定参考价值，可为提高居民健康水平提供一定借鉴。该研究方法在食品工业领域有良好的应用前景并可为未来检测技术的改进和创新提供理论依据。

关键词：乳制品；胆固醇；高效液相色谱仪；心血管疾病

文章编号：1671–4393（2025）08–0117–07 DOI:10.12377/1671–4393.25.08.18

0 引言

随着社会经济的发展，食品与健康相关问题日益突出。其中，胆固醇对人体的影响备受关注。胆固醇是构成人体组织细胞基本结构的重要物质之一，参与身体多种重要激素合成，维持机体内分泌平衡。因此，有关“胆固醇与健康”的报道成为社会各界关注的焦点。食品中胆固醇含量检测对食品安全和消费者健康至关重要。近年来，随着分析技术的进步，食品

作者简介：李振侠（1997–），女，内蒙古包头人，本科，中级工程师，研究方向为乳品检验技术；
张慧萍（1980–），女，内蒙古呼和浩特人，硕士，副高级工程师，研究方向为实验室精益管理与智慧化应用；
李 红（1980–），女，辽宁阜新人，蒙古族，硕士，中级工程师，研究方向为乳与乳制品检测；
仪虹伯（1988–），女，内蒙古呼和浩特人，蒙古族，硕士，中级工程师，研究方向为乳品检验；
李瑞雪（1991–），女，内蒙古巴彦淖尔人，本科，中级工程师，研究方向为实验室体系运行精益管理；
陈 晨（1998–），女，内蒙古赤峰人，满族，本科，中级工程师，研究方向为乳品检验技术；
金 箫（1997–），女，内蒙古通辽人，蒙古族，本科，助理工程师，研究方向为乳品检验技术；
张丰生（1996–），男，内蒙古乌兰察布人，硕士，研究方向为食品安全检测；
任 丽（1981–），女，内蒙古乌兰察布人，硕士，高级工程师，研究方向为食品安全检测。

中国乳业线上阅读

中胆固醇含量检测方法不断优化，朝着高灵敏度、高选择性和快速检测的方向发展。传统方法如气相色谱-质谱联用法（GC-MS）虽然准确度高，但存在样品前处理复杂、耗时长等缺点。而新兴技术如酶联免疫吸附测定法（ELISA）、电化学传感器和近红外光谱（NIRS）技术，因其操作简便、响应快速、成本低廉而受到广泛关注，但在准确定量方面仍有不足。因此，本研究检测结果对居民（尤其是心血管疾病等慢性病患者）日常选择乳制品有一定参考价值，可为提高居民健康水平提供一定借鉴。该研究方法在食品工业领域有良好的应用前景，可为未来检测技术的改进和创新提供理论依据。

1 胆固醇概述

大多数人体所需胆固醇由自身合成，仅30%通过日常饮食摄入。食品中胆固醇含量与胆固醇的吸收率呈负相关。因此，王丽娟等[1]研究建议每人每日摄入50~300 mg胆固醇。因尚未明确食品源胆固醇摄入量对人体的危害程度，导致人们在看待食物中胆固醇对人体的作用时，存在两种不同观点。一种观点认为胆固醇有害、不宜摄入。然而，该观点忽略了胆固醇在人体内的重要作用。另一种观点认为适量摄入胆固醇是无害的。实际上，胆固醇是构成细胞膜的主要成分之一。而且很多食物中不仅含有胆固醇，还富含多种其他营养物质，若过度忌食含胆固醇的食物，可能导致营养失衡，进而引发贫血和其他疾病。由此可见，对于富含胆固醇的食品，应采取选择性食用，而非完全排斥或无限制地食用。

1.1 胆固醇的定义及危害

胆固醇又称胆甾醇，是一种甾类化合物，为环戊烷多氢菲的衍生物[2]。胆固醇的化学名称为5-胆烯-3-β-醇，是由乙酰辅酶A通过异戊二烯单位的缩合反应合成，是机体维持正常生理功能所需的重要物质[3]。

1700年，人们首次发现胆固醇存在于胆石之中。19世纪化学家本歇尔将一类具有脂类特性的物质命名为胆固醇[4]。动物机体富含胆固醇，尤其在脑和神经组织中最为集中，而在肾、脾、皮肤、肝和胆汁中的含量亦相对较高[5]。胆固醇对于动物组织细胞而言是不可或缺的，它在细胞膜的形成中发挥了重要作用，并在胆汁酸、维生素D和甾体激素的合成中作为原料发挥重要作用[6]。胆固醇对维持细胞正常功能有重要意义，而各种食品中胆固醇含量差异较大，动物源食品中含量最高。乳及乳制品在居民生活中不可或缺，它不仅为人体提供必需的营养素，而且富含优质蛋白质，对人体组织的生长、构建及修复过程有重要作用。随着人类生活方式及饮食结构的不断改变，患有高胆固醇血症的人数急剧增多。调查发现，冠心病及动脉硬化等多种疾病主要来源于高胆固醇血症。许多冠心病患者的病因是高血压，而高血压主要由体内高胆固醇引起。正常人每日胆固醇摄入量限定值为300 mg，以避免引发心脑血管疾病。据了解，在控制血压的基础上控制血液中的胆固醇含量，可使冠状动脉粥样硬化性心脏病的发病风险下降约36%，脑卒中的发病风险亦有可能下降27%。胆固醇含量较低意味着心血管疾病的患病率下降，这对于糖尿病患者而言，无疑是减轻痛苦的另一途径。在现代社会，随着生活水平的提升，人们的膳食结构出现了不稳定现象，进而使得越来越难以控制胆固醇的适宜摄入量。

1.2 胆固醇含量检测方法的发展

在1910—1973年，化学检测法是检测食品中胆固醇含量的唯一检测方法。化学检测法分为直接反应法、使用有机溶剂部分纯化法、完全分离胆固醇进行检测的方法和其他方法。20世纪中，出现基于化学检测法的自动化分析仪器，随后，科学家Flegg和Richmond发明了酶法技术，极大简化了胆固醇含量检测流程[7]。20世纪末，美国国家标准与技术研究所的决定选用ID-MS方法来检测食品中的胆固醇含量[8]，该法具有测量范围广、灵敏度高、准确性高的特点。后期发展的新兴技术（如ELISA、NIRS技术）因操作简便、响应迅速，成本低廉受到广泛关注，但准

中国乳业杂志网

确定量方面仍有不足。

1.3 胆固醇含量检测的意义

乳及乳制品是人们生活中不可或缺的食品，但若过量食用，导致体内胆固醇含量升高可能引发高血压等疾病。高血清胆固醇长期被认为是诱发人类心脑血管疾病的重要因素之一，1983—1989年，由于患者体内血清胆固醇含量的增高，美国心脑血管疾病的就医率增加了9 倍[9]。药物治疗成为大量患者进行一级预防的主要手段，尽管降低血清胆固醇对预防心血管疾病有显著临床意义，但费用极高。一份来自芝加哥大学的报告[10]显示，低脂和低胆固醇食品有助于减少动脉血管内的脂肪沉积，因此，限制摄入富含胆固醇的食品尤为必要。由此可见，针对不同食品的不同性质，科学准确地检测其胆固醇含量有重要意义。

1.4 胆固醇含量检测方法

目前，常见的胆固醇含量检测方法有比色法、气相色谱法、高效液相色谱法[11]，ELISA、NIRS技术。

1.4.1 比色法

检测步骤为使用无水乙醇-氢氧化钾溶液皂化样品后，通过石油醚提取样品中的脂肪，浓缩后加入冰乙酸，显色剂为硫酸铁铵，在560～575 nm波长下用分光光度计检测，外标法定量[12]。该法操作和计算过程复杂，样品的提取和前处理尤其耗时，所需试剂较多，所得结果偏差较大，且成本较高。

1.4.2 气相色谱法

检测步骤为使用无水乙醇-氢氧化钾溶液皂化样品，通过石油醚和无水乙醚混合液提取样品中的脂肪，浓缩净干提取液后用无水乙醇溶解定容。采用气相色谱仪检测，外标法定量。该法样品前处理简单、快速，但气相色谱仪操作复杂，且使用其上机检测时会出现标准品出峰结果差或不出峰的情况，需手动定量纠正标准品，对分析样品的鉴别能力较差，检测结果不稳定。

1.4.3 高效液相色谱法

检测步骤中前处理方式同1.4.2，采用高效液相色谱仪检测，外标法定量。该法操作简便、所用高效液相色谱仪较普及，仪器中的荧光检测器灵敏度高、能选择检测样品中的物质，稳定性强，且检测最小浓度可达0.1 ng/mL。

综上所述，高效液相色谱法检测稳定性较比色法和气相色谱法更强，因此，本研究使用该法检测纯牛奶、酸奶、奶酪、冰激凌4 种乳及乳制品样品的胆固醇含量，对比分析结果，为居民（尤其是心血管疾病、肥胖症患者等）选择乳制品提供参考。

2 材料与方法

2.1 试验材料

2.1.1 仪器与设备

高效液相色谱仪（具有紫外检测器，Ultimate 3000 RSLCnano）、C18色谱柱（4.6 mm×250 mm，5 μm），赛默飞世尔科技（中国）有限公司；电子天平（321XJ），上海科学仪器厂有限公司；数显恒温水浴锅（HH-8），上海昔今试验仪器有限公司；旋转蒸发仪（N-2100），东京理化器械株式会社。

2.1.2 样品与试剂

纯牛奶、酸奶、奶酪、冰激凌，市售。胆固醇标准品（纯度≥99%），德国Dr.Ehrenstorfer GmbH公司；甲醇（色谱纯）、无水乙醇（优级纯）、无水乙醇（优级纯）、石油醚（分析纯、沸程30～60 ℃）、无水乙醚（色谱纯）、无水硫酸钠（分析纯），福晨（天津）化学试剂有限公司；氢氧化钾（分析纯），西格玛奥德里奇（上海）贸易有限公司。

2.1.3 试剂配制

氢氧化钾溶液（60%）：称取氢氧化钾60 g，加水溶解到100 mL的容量瓶中定容；石油醚-无水乙醚混合液（1∶1）：等体积混匀石油醚和无水乙醚[11]。

2.2 试验方法

本试验以《GB 5009.128—2016 食品安全国家标准 食品中胆固醇的测定》第二法，高效液相色谱法为基础，分析纯牛奶、酸奶、奶酪、冰激凌中胆固醇含

中国乳业线上阅读

量，比较测定结果。

2.2.1 标准溶液配制

胆固醇标准储备液（1.0 mg/mL）：准确称取0.05 g胆固醇标准品至50 mL的容量瓶，用无水乙醇溶解并定容，0～4 ℃密封保存。

吸取不同体积的胆固醇标准储备液至10 mL容量瓶，用无水乙醇定容，配制成浓度分别为50 μg/mL、100 μg/mL、200 μg/mL、300 μg/mL、400 μg/mL的标准工作液，现用现配[12]。

2.2.2 样品前处理

（1）样品皂化：称取25 g混匀、均质后的样品于250 mL三角瓶，加入80 mL无水乙醇和20 mL 1.2 g/mL氢氧化钾溶液，混匀。在100 ℃数显恒温水浴锅中加热并磁力搅拌皂化样品45 min，每隔10 min轻微振荡水浴锅中的三角瓶以防止试样附着于瓶壁。皂化结束后，将三角瓶置于冰水中，冷却至室温。

（2）样品提取：将皂化冷却后的样品倒入分液漏斗，用30 mL水清洗三角瓶，并将洗液全部倒入分液漏斗。提取时，量取40 mL石油醚-无水乙醚混合液冲洗三角瓶，并将洗液全部并入分液漏斗，萃取振荡2 min，静置分层后转移水相，再次加入40 mL的石油醚-无水乙醚混合液萃取，振荡萃取3 次，合并3 次有机相（醚层）。

（3）样品浓缩：用100 mL三级水洗涤分液漏斗中的有机相（醚层）至中性（pH值=7），水洗时需注意轻摇分液漏斗以防止样品乳化，将有机相（醚层）通过无水硫酸钠过滤脱水后转移至250 mL圆底烧瓶，40 ℃蒸发旋蒸至干，用无水乙醇溶解并定容至10 mL容量瓶，通过0.45 mm有机滤膜过滤，过滤后的滤液收集至进样小瓶，用高效液相色谱仪测定。在对不同样品进行前处理时，需同步开展空白试验。

2.2.3 仪器分析条件

色谱柱：C18柱（4.6 mm×250 mm，5 μm）；柱温：38 ℃；流速：1.0 mL/min；流动相：甲醇；检测波长：205 nm；进样量：10 μm。

2.2.4 计算公式

$$X=(\rho\times V\times 100)/(m\times 1\,000)$$

X——样品中胆固醇含量（mg/100 g）；

ρ——上机液中胆固醇浓度（μg/mL）；

V——样品定容体积（mL）；

M——称取样品的质量（g）。

计算结果需扣除空白，保留3 位有效数字。

2.2.5 胆固醇含量标准曲线检测和含量检测

分别吸取50 μg/mL、100 μg/mL、200 μg/mL、300 μg/mL、400 μg/mL胆固醇标准工作液各1 mL至进样小瓶，混匀后上机检测。由于4 种样品非同时检测，且温度、湿度等环境因素对仪器有影响，因此，每次检测都需绘制标准曲线以保证结果准确。每份样品平行检测6 次，取平均值。比较分析4 种乳及乳制品样品中胆固醇含量。依据2.2.2对样品进行前处理，并在2.2.3条件下检测，下同。

2.2.6 胆固醇回收率测定

分别称取2 组6 份（10.00±0.1）g样品至250 mL三角瓶，一组分别加入10 μg/100 g胆固醇标准品，另一组分别加入5 μg/100 g胆固醇标准品，两组均需额外称取2 份样品作为回收本底。

3 结果与分析

3.1 胆固醇标准曲线检测

每次检测4 种乳及乳制品样品绘制胆固醇含量标准曲线结果见表1。

由图1～4可知，4 种乳及乳制品样品中胆固醇含量线性相关系数均达到理想线性数值，满足试验要求。

4 种乳及乳制品样品胆固醇含量标准系列曲线的回归方程及线性相关系数见表2，4种样品的线性系数均满足一般线性要求。

3.2 胆固醇含量检测结果

4 种乳及乳制品样品胆固醇含量检测结果见表3。

表3显示，4 种乳及乳制品样品胆固醇含量有差异，酸奶胆固醇含量平均值为10.56 mg/100 g，纯牛

中国乳业杂志社

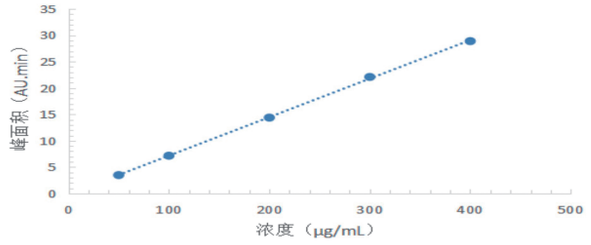


图 1 纯牛奶胆固醇含量标准曲线图

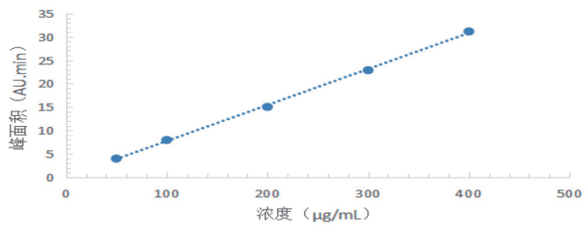


图 2 酸奶胆固醇含量标准曲线图

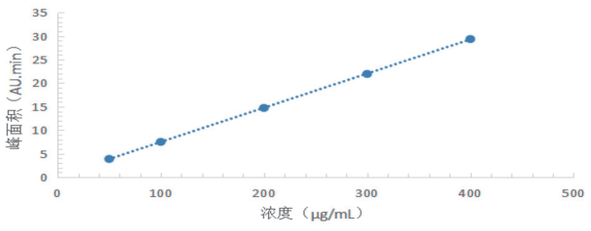


图 3 奶酪胆固醇含量标准曲线图

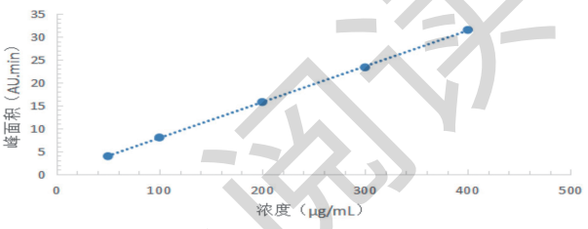


图 4 冰激凌胆固醇含量标准曲线图

表 1 每次检测 4 种乳及乳制品样品绘制胆固醇含量标准曲线结果

曲线名称	浓度 μg/mL	峰面积	标准曲线和相关线性
纯牛奶	50	3.879 2	R^2=1
	100	7.508 4	
	200	14.729 2	
	300	21.954 2	
	400	29.368 1	
酸奶	50	3.921 6	R^2=0.999 8
	100	8.008 4	
	200	15.745 4	
	300	23.320 1	
	400	31.486 5	
奶酪	50	3.495 8	R^2=0.999 7
	100	7.167 3	
	200	14.390 8	
	300	22.096 3	
	400	28.887 6	
冰激凌	50	3.962 2	R^2=0.999 2
	100	7.946 7	
	200	15.027 9	
	300	22.866	
	400	31.145 6	

奶胆固醇的含量平均值为5.32 mg/100 g，冰激凌胆固醇含量平均均值为11.57 mg/100 g，奶酪胆固醇含量平均值为8.67 mg/100 g。样品的称样量与其中胆固醇含量呈负相关，即样品胆固醇含量越高称样量越少。同一类型样品胆固醇含量差值也较大，如冰激凌在检测过程中，样品处理难度较大，上机过程不稳定，检测结果不理想。

表 2 4 种乳及乳制品样品胆固醇含量标准系列曲线的测定

基质	测量范围	曲线回归方程	R^2
纯牛奶	≥ 2.6mg/100g	y = 0.0727x + 0.2195	1
酸奶		y = 0.0782x + 0.0667	0.9998
奶酪		y = 0.073x – 0.1216	0.9997
冰激凌		y = 0.077x + 0.0114	0.9992

3.3 胆固醇回收率检测结果

表3显示，纯牛奶和奶酪胆固醇含量较低，因此在加标时，理论添加量为10 mg/100 g；而酸奶和冰激凌胆固醇含量较高，其理论添加量为5 mg/100 g。4 种乳及乳制品样品中胆固醇回收率检测结果见表4。

4 结论

本研究采用高效液相色谱法检测纯牛奶、酸

中国乳业线上阅读

表 3 4 种乳及乳制品样品胆固醇含量检测结果

样品名称	称样量 m（g）	待测组分浓度 c（ug/mL）	定容体积 v（mL）	胆固醇含量 X（mg/100 g）	胆固醇含量平均值（mg/100 g）
酸奶	10.324 8	115.662 9	10.00	11.20	10.56
	10.1557	106.936 3	10.00	10.50	
	10.3968	105.166 5	10.00	10.10	
	10.0046	105.081 2	10.00	10.50	
	10.2963	100.614 1	10.00	9.77	
	10.0661	113.535 4	10.00	11.30	
纯牛奶	20.0469	107.232 7	10.00	5.35	5.32
	20.0236	109.611 9	10.00	5.47	
	20.0110	102.806 0	10.00	5.14	
	20.0212	91.063 5	10.00	4.55	
	20.0591	119.520 8	10.00	5.96	
	20.0286	108.794 7	10.00	5.43	
冰激凌	10.0041	175.225 8	10.00	17.50	11.57
	10.0257	83.633 0	10.00	8.34	
	11.1484	130.722 6	10.00	11.70	
	10.2782	106.205 8	10.00	10.30	
	10.8174	92.748 6	10.00	8.57	
	10.8201	141.169 3	10.00	13.00	
奶酪	10.4336	10.233 8	10.00	8.47	8.67
	88.3742	95.557 6	10.00	8.44	
	11.6727	10.379 0	10.00	8.81	
	98.4813	89.480 1	10.00	9.34	
	10.8930	10.336 4	10.00	8.62	
	96.0034	86.061 1	10.00	8.33	

奶、奶酪和冰激凌4 中乳及乳制品中胆固醇含量并分析结果。根据GB 5009.128—2016-2可知当称样量为1 g、定容体积为5 mL时，胆固醇含量的定量限为2.1 mg/100 g；本试验称样量为10 g、定容体积为10 mL时，胆固醇含量的定量限为2.6 mg/100 g。4 种乳及乳制品样品的回收率均为80%～120%，均满足GB 5009.128—2016要求。

研究结果显示，酸奶胆固醇含量为9.7～11.5 mg/100 g、平均值为10.56 mg/100 g，纯牛奶胆固醇的含量为4.5～6.0 mg/100 g、平均值为5.32 mg/100 g，冰激凌胆固醇含量为8.0～17.5 mg/100 g、平均值为

表 4 4 种乳及乳制品样品中胆固醇回收率检测结果

名称	称样量（g）	加标量（mg/100g）	测定值（ug/mL）	结果（mg/100g）	回收率（%）
本底	10.0635	/	110	10.9	/
	10.0758	/	107	10.6	/
加标	10.0126	9.99	207	20.6	98.7
	10.0523	9.95	208	20.6	99.2
	10.0626	9.94	213	21.1	105
	10.0236	9.98	211	21.1	103
	10.0023	10.0	206	20.5	98.0
	10.0326	9.97	211	21.0	103
本底	10.0156	/	45.1	4.50	/
	10.0159	/	45.7	4.60	/
加标	10.0984	4.95	105	10.4	119
	10.0584	4.97	102	10.1	113
	10.0684	4.97	104	10.3	117
	10.0484	4.98	104	10.3	117
	10.2884	4.86	106	10.3	120
	10.0284	4.99	105	10.5	119

11.57 mg/100 g，奶酪胆固醇含量为8.4～9.5 mg/100 g、平均值为8.67 mg/100 g。即酸奶胆固醇含量最高，纯牛奶和奶酪胆固醇含量较低，因此较适合高血压和高血脂等心血管病人食用，可为居民（尤其是心血管疾病、肥胖症患者）选择乳制品提供参考。

中国乳业线上阅读

参考文献

[1] 王丽娟，卜庆梅.家族性高胆固醇血症及其病理、诊断和治疗研究进展[J].生物学教学，2017，42（6）：2-3.
[2] 敖晓琳，蒲彪，蔡义民，等.发酵乳杆菌及其益生特性研究进展[J].食品与生物技术学报，2015，34（2）：121-127.
[3] 李丽萍，赵榕，赵海燕，等.超高效液相色谱法测定食品中胆固醇的方法改进[J].中国卫生检验杂志，2015，25（17）：2893-2895.
[4] 郭涛，杜蕾蕾，万辉，等.高效液相色谱法测胆固醇含量鉴别地沟油[J].食品科学，2009，30（22）：286-289.
[5] 彭喜春，赖毅东.GC-MS法测定食品中胆固醇含量的研究[J].食品科学，2007，28（5）：281-284.
[6] 邵翅，程大友，刘烨，等.功能性食品与胆固醇吸收[J].中国甜菜糖业，2016，（2）：39-45.
[7] 杨晓燕，应洪波，张伟.高效液相色谱法测定油类样品中的胆固醇的含量[J].分析仪器，2012（3）：85-87.
[8] 廖连英，韩飞，赵质创，等.食用植物油中胆固醇含量的快

速测定[J].化学分析计量，2012，21（2）：32–33.
[9] 李景芳，陆东林，徐敏，等.驴乳粉中胆固醇含量测定[J].草食家畜，2016（6）：31–33.
[10] 张佳程，骆承庠.直接皂化–比色法测定食品中胆固醇的研究[J].食品与发酵工业，2000，26（3）：35–38.
[11] 刘长建，姜波，安晓雯，等.气相色谱法测定发酵液中胆固醇的含量[J].微生物学杂志，2009，29（6）：97–99.
[12] 李黎,刘玉峰,唐华澄,等.高效液相色谱法测定食品中的胆固醇食品检测[J].食品科学，2007，04（28）：289–291

Research on the Detection Methods of Cholesterol Content in Milk and Dairy Products

LI Zhenxia，ZHANG Huiping，LI Hong，YI Hongbo，LI Ruixue，CHEN Chen，JIN Xiao，ZHANG Fengsheng，REN Li
Inner Mongolia Mengniu Dairy （Group） Co.，Ltd.，Hohhot Inner Mongolia 011500

Abstract：[Objective]This paper reviewed the detection methods of cholesterol content in milk and dairy products.[Method]In accordance with the second method of “GB 5009.128—2016 National Food Safety Standard - Determination of Cholesterol in Foods”，the test operation was carried out based on high performance liquid chromatography to detect the cholesterol content in different milk and dairy samples.[Result]The average cholesterol content was the lowest in pure milk（5.32 mg/100 g），the highest in ice cream（11.57 mg/100 g），and the 10.56 mg/100 g and 8.67 mg/100 g in yogurt and cheese respectively. The quantitative detection limit of measured cholesterol content was 2.6 mg/100 g，and the recovery rate were all between 80% and 120%.[Conclusion]The test results had certain reference value for residents（especially those with chronic diseases such as cardiovascular diseases） in their daily choice of dairy products，and could provide some reference for improving the health level of residents. This research method has a promising application prospect in the food industry and could provide a theoretical basis for the improvement and innovation of future detection technologies.

Keywords：dairy product；cholesterol；high performance liquid chromatography；cardiovascular disease

▲上接116页

life fresh milk were stored at 25 ℃ for 24 hours without any sensory issues，but by 36 hours， they had clumped and were inedible. 3 batches of long-shelf-life fresh milk had normal sensory after being stored at 4 ℃ for 18 days，but they had clumped and were nedible after being stored at 25 ℃ for 36 hours.[Conclusion]After purchasing long-shelf-life fresh milk ，consumers should store it at low temperature. Once the storage temperature exceeds 25 ℃，it is recommended to finish drinking it within 24 hours.

Keywords：long-shelf-life fresh milk；α-lactalbumin；β-lactoglobulin

中国乳业线上阅读