

生鲜乳质量控制与追溯

张 娜¹ 王春和² 李 源¹ 郭 媛¹ 孙昊凜¹ 王妍蓉¹ 李 璔¹

1. 杭锦后旗农畜产品质量安全中心 内蒙古 巴彦淖尔 015400

2. 杭锦后旗现代农业发展中心 内蒙古 巴彦淖尔 015400

摘要：生鲜乳质量控制是指通过一系列标准化措施和监管手段，确保从奶牛养殖到原奶收集、贮存、运输过程中生鲜乳符合安全与品质要求的技术及管理体系。防止生物性污染（如致病菌）、化学性危害（兽药残留、重金属、非法添加剂）及物理性杂质。维持乳脂肪、蛋白质含量等理化指标，确保感官特性（色泽、气味、无杂质）符合标准。生鲜乳质量控制是以法规标准为框架，通过技术检测与流程管理相结合，实现原奶安全性与营养品质保障的系统性工程。

关键词：生鲜乳；风险物质；质量；控制；追溯

当前我国生鲜乳质量控制以法规强制+全程追溯为核心，依托信息化技术实现从牧场到消费者的闭环监管。未来需进一步强化标准落地、技术覆盖与消费者教育，以应对散装乳品监管等难点。

1 生鲜乳质量控制重要性

1.1 保障消费者健康安全。防范致病风险，生鲜乳易受微生物污染（如沙门氏菌、布鲁氏杆菌），且可能残留兽药、重金属等有害物质，严格的质量控制能有效阻断病原体传播，降低食物中毒风险，尤其保护儿童、孕妇等易感人群。杜绝非法添加，通过检测三聚氰胺、黄曲霉毒素等违禁物质，避免类似2008年“三聚氰胺事件”的重演，维护公众对乳制品的信任。

1.2 维护产业链可持续发展。提升行业竞争力，生鲜乳质量直接影响后续乳制品的口感和营养保留率。例如乳脂肪率 $\geq 3.8\%$ 、乳蛋白率 $\geq 3.2\%$ 的高标准生鲜乳（优于国标），可生产高端乳制品，增强市场竞争力。降低生产损失，源头质量控制减少加工环节的损耗。如体细胞数超标会导致奶酪产率下降15%以上，微生物污染可能引发整批次产品报废。

1.3 履行法规责任与规避风险。法律强制要求，《乳品质量安全监督管理条例》明确奶畜养殖者、收购站为乳品安全第一责任人，未履行质量控制义务将承担法律责任。避免经济处罚，不符合国标（如菌落总数 $> 2 \times 10^6 \text{ CFU/mL}$ ）的生鲜乳将被禁止收购，相关企业面临吊销许可证等处罚。

1.4 推动技术创新与行业升级。驱动检测技术迭代，为满足12项以上指标的快速筛查需求，近红外光谱技术等新型检测手段普及率提升，检测效率较传统方法提高15倍。促进全链条追溯，信息化监管系统（如省“一证

一码”追溯）推动奶站、运输车100%纳入数字化管理，实现质量问题分钟级溯源。

2 生鲜乳质量控制过程与标准

生鲜乳质量控制过程与标准涵盖从奶畜养殖到原料乳交付的全链条监管，依据国家强制性标准与行业规范实施。

2.1 质量控制核心过程。生产环节控制，饲料与兽药管理：禁止添加动物源性成分（乳制品除外）及危害物质，饲草需防止霉变（黄曲霉毒素B1污染可致乳汁毒素超标）。兽药使用严格执行休药期，避免抗生素残留。乳房健康监测：定期检测隐性乳房炎，控制体细胞数（国标要求 $\leq 60 \text{万个/mL}$ ，部分企业收购标准 $\leq 40 \text{万个/mL}$ ）。挤奶前需弃去头三把奶，乳头消毒后方可套杯。贮存要求：挤出后2小时内降温至0-4°C，运输全程保持2-6°C冷链环境。运输过程控制，专用冷藏车需定期清洁消毒，运输记录包含温度、时间、交接人员信息。禁止添加任何物质（包括防腐剂、水）。

2.2 执行标准体系。国家标准强制性要求，《食品安全国家标准生乳》（GB 19301-2025）：感官要求：乳白色或微黄色，无异味、异物。理化指标：乳蛋白 $\geq 3.0\%$ ，乳脂肪 $\geq 3.8\%$ ，非脂乳固体 $\geq 8.5\%$ 。安全限量：兽药残留、重金属等符合附录清单。过程规范标准，《生鲜乳生产收购管理办法》：奶畜养殖场需备案登记，建立完整养殖档案（饲料、用药、疫病防治记录）。收购站需配备检测设备，实施每批次抽检。异常乳判定标准：病理异常乳：乳房炎乳（体细胞数 $> 50 \text{万个/mL}$ ）、病畜乳禁止收购。化学异常乳：酒精阳性乳（酸度 $> 18^\circ\text{T}$ ）、冻结乳需作废弃处理。行业进阶标准，体细胞数分级控制：地标（DB34/T 3994-2021）要

求通过饲料营养调控（如增加维生素E）、挤奶设备维护（日保/周保）降低体细胞数。优质乳工程标准：部分乳企要求乳蛋白 $\geq 3.2\%$ 、菌落总数 $\leq 10^5\text{CFU/mL}$ ，高于国标。

2.3 质量验证与追溯。检验方法：黄曲霉毒素M1检测采用HPLC-MS/MS法；抗生素残留检测适用液相色谱-质谱联用法（GB/T 22968）。全程追溯：奶站需记录生鲜乳来源、检测数据、运输车辆信息，实现质量问题源头追溯。生鲜乳质量控制是以GB 19301为基准、覆盖养殖-收购-运输全流程的风险管控体系，通过理化指标监测、过程规范约束及追溯机制保障原料乳安全性与加工适用性。

3 生鲜乳追溯技术应用与发展

3.1 生鲜乳追溯技术基本原理。生鲜乳追溯技术基于标识唯一化、数据链条化、信息透明化三大核心原理，通过物联网与数字技术实现全流程监管，唯一标识赋码：全生命周期数据锚点，身份标识载体，个体级标识：奶畜佩戴智能耳标（RFID）或项圈，记录健康数据、产奶量、用药信息等；批次级标识：生鲜乳运输罐/包装加贴唯一追溯码（二维码、条形码或RFID标签），关联牧场、挤奶时间、检测报告等关键数据。防伪与防篡改，二维码采用加密算法生成，支持双重防伪验证（如君乐宝奶粉的“双重防伪码”设计）；区块链技术确保数据上链后不可篡改（如乳企将牧场操作、检测结果写入分布式账本）。信息交互与验证：双向追溯机制。正向追溯（企业端），通过TTS（双向安全追溯系统）监控产品流向，自动识别窜货行为（如异地扫码触发预警）；快速定位质量问题环节（如体细胞数超标批次可追溯至具体牧场及挤奶班次）。反向追溯（消费者端），扫码获取全链路信息：牧场坐标、检测报告、运输温度曲线等（如辉山乳业液奶扫码展示原料来源）；支持一键反馈质量问题，数据直达企业溯源平台。核心技术演进方向。多技术融合，区块链+物联网：牧场传感器数据直链上链（如奶牛活动量、鲜奶冷却温度实时存证）；AI质检辅助：基于图像识别自动筛查挤奶设备清洁度，减少人为操作漏洞。效率升级。自动化赋码设备速度达600-700码/分钟（TTS系统在伊利产线应用案例）；云端数据处理能力支持亿级扫码并发查询（如省级监管平台分钟级响应）。

3.2 追溯技术在乳制品行业应用。追溯技术在乳制品行业的应用已形成覆盖全产业链的数字化管理体系，通过唯一标识、数据链整合与智能分析实现质量可控性与消费透明化，核心应用场景，养殖环节个体溯源，智

能身份绑定：奶牛佩戴电子耳标或项圈，实时采集健康数据、产奶量及用药记录，实现“一牛一档”精准管理（如君乐宝优致牧场）。环境动态监控：牧场部署温湿度传感器，监测饲料存储条件（防霉变）与牛舍环境，数据直传云端平台。生产加工全链路追踪，工艺参数绑定：加工厂通过PLC系统自动记录杀菌温度、均质压力等参数，与产品批次号关联（伊利液态奶产线案例）。质量自检同步：生产线集成快速检测设备，自动上传微生物、抗生素残留等指标至追溯系统。冷链物流透明化管理，温控与定位双监管：冷藏车配备GPS及温湿度传感器，实时监测奶温（0-4°C）与运输轨迹，异常数据触发预警。区块链防篡改签封：奶罐启用加密电子签封（如宁夏监管平台），确保运输过程无非法开启。消费端信息交互，“一物一码”查询：产品包装赋唯一二维码，消费者扫码可获取奶源地坐标、检测报告、物流温度曲线等全链路信息（辉山乳业液奶系统）；质量问题一键反馈：消费者扫描溯源码提交投诉，数据直达企业追溯平台追溯源头。行业级技术融合创新，区块链存证防伪，分布式账本存储兽药使用记录、检测结果（如蒙牛原产地鉴别模型），替代传统中心化数据库，解决信息孤岛问题。AI驱动风险预警，基于历史数据训练模型，预测微生物超标或设备故障（准确率 $>90\%$ ），动态优化生产工艺。多技术融合溯源，稳定同位素分析+矿物元素数据库（如伊利8大产区模型），精准识别原料奶地理来源。政策驱动与标准化进程，强制追溯品类扩容：七部门明确要求巩固婴配乳粉、食盐等追溯体系建设，推动乳企全覆盖；“优质乳工程”认证：要求追溯系统公开验证关键指标（乳蛋白 $\geq 3.2\%$ 、菌落总数 $\leq 10^5\text{CFU/mL}$ ）；地方创新模式：正蓝旗“一企一码”追溯平台整合95家乳企，实现线上管控+线下核查双监管。

4 生鲜乳行业监管与政策法规

生鲜乳行业的监管与政策法规体系以保障质量安全为核心，通过多层级立法、分段监管和标准升级构建了严密框架。

4.1 核心法规体系。国家层面立法，《乳品质量安全监督管理条例》：明确生鲜乳定义，规定奶畜养殖者、收购者为质量安全第一责任人，禁止生产、收购、运输中添加任何物质；《生鲜乳生产收购管理办法》：细化奶站设立标准，要求生鲜乳收购站备案并建立质量检测体系。强制性标准约束，新国标修订：2025年9月起实施的《食品安全国家标准灭菌乳》规定，灭菌乳禁用复原乳，仅允许以生鲜乳为原料，使用复原乳的产品需标注为调制乳；“优质乳工程”认证：要求乳蛋白含

量 $\geq 3.2\%$ 、菌落总数 $\leq 10^5\text{CFU/mL}$ 等关键指标可公开验证。地方创新与专项整治，区域性监管模式，“全产业链监管”：要求乳企自建奶源基地，推进君乐宝等企业婴配粉、巴氏奶高端项目；省级区块链平台：实现全区奶站、运输车辆100%上链监管，生鲜乳抽检合格率连续13年达100%；县规范：散装生鲜乳销售需在指定地点进行，盛装容器标注生产日期及合格证。安全风险防控，禁用现制现售：禁止以生鲜乳为原料制售简易加工饮品，防范微生物污染及人畜共患病风险；奶站专项整治：农业部要求奶站100%纳入监测，严打添加违禁物质行为。

4.2 政策支持与产业引导。产能保护措施，基础母牛补贴：实施“先增后补、见犊补母”政策，稳定奶牛存栏量；加工端纾困：奶业主产省试点喷粉补贴、增量收购补贴，缓解养殖亏损压力。转型升级支持，养加一体模式：中央乳业项目支持家庭牧场建设小型加工厂；全产业链整合：推动乳企自建或收购奶站，提前管控兽药残留风险。

4.3 违规处罚与责任追溯。添加违禁物：在生鲜乳中添加物质可追究刑事责任；销售违规：无定点许可销售散装乳、未配备冷藏设备等行为由农业部行政处罚；质量问责：发生安全事故时，对监管部门负有领导责任的负责人追责。当前政策趋势正推动行业从“危机应对”转向“长效治理”，通过标准升级、技术赋能（区块链/AI）与全链条责任绑定，重构消费者信任。

5 生鲜乳消费者需求与市场趋势

5.1 消费者需求变化趋势。品质升级主导需求，营养精细化：消费者更关注蛋白质含量（ $\geq 3.2\text{g}/100\text{ml}$ ）、低乳糖配方及功能性成分（如乳铁蛋白、益生菌），高品质鲜奶成为首选；透明溯源常态化：超80%消费者通过扫码查询奶源地坐标、冷链温控曲线及检测报告，信息透明度成购买决策关键。有机乳品增长显著：2023年有机生鲜乳销量达143.87万吨，同比增长8.6%，无污染、无

添加特性受高线城市消费者青睐。代际与场景分化，Z世代偏好：热衷定制化包装、便携装设计，含乳茶饮及甜品因“情绪价值”受追捧；银发群体刚需：低脂低糖配方及助眠功能产品需求激增，中老年成为低温奶核心客群；家庭场景延伸：“优质乳工程”认证产品（菌落总数 $\leq 10^5\text{CFU/mL}$ ）占据婴配粉及学生奶市场主流。

5.2 高端化与技术创新驱动。品类升级方向，低温巴氏奶：一二线城市渗透率突破40%，冷链完善助推下沉市场扩张；深加工产品：奶酪、乳清蛋白等高附加值品类增速达20%，缓解原奶过剩压力。技术赋能消费体验，区块链溯源：全省奶站/运输车100%上链，抽检合格率连续13年达100%；AI定制服务：基于健康数据生成个性饮奶方案，适配乳糖不耐等特殊需求。

5.3 政策纾困与渠道变革。消费提振措施，农业部推动学生奶覆盖面扩大，强化乳品健康科普；新国标强制灭菌乳禁用复原乳，倒逼企业提升生鲜乳使用比例。渠道结构性迁移，传统渠道萎缩：大卖场销售额同比下滑13.4%，便利店、社区团购占比提升至24%；即时零售崛起：线上线下融合模式（如无人零售柜）覆盖300+城市，满足“小时达”需求。

总之，生鲜乳的质量控制与追溯体系是保障乳品安全的核心环节，从生鲜乳质量控制、质量控制过程与标准、追溯技术应用与发展、行业监管与政策法规、消费者需求与市场趋势等方面综合分析，生鲜乳质量控制依托于严格的标准检测与智能化牧场管理，而追溯体系通过全链路数字化打通了质量保障的“最后一公里”。未来需进一步整合政策监管、技术普惠与国际协作，以应对小规模生产单元风险并降低追溯成本。

参考文献

- [1]赵华.原料乳优质乳工程核心指标分析[J].农业核心期刊.2023.
- [2]张小辉.生鲜乳检测技术的研究进展[J].理化检验:化学分册.2023.