中国优质乳工程与国际乳品标准体系的对比研究

白晓彤，陈春裕，陈蓓蕾，黄隽光，杨爱君*

广东燕塘乳业股份有限公司，广东广州 511356

摘　要：优质乳工程是由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所奶业创新团队提出，经原农业部授权实施的奶业专项研究项目，旨在通过全产业链标准化建设推动中国奶业转型。本研究系统对比了中国优质乳工程、美国《巴氏奶条例》（Grade A PMO）及欧盟乳品标准三大体系的核心框架与指标差异。通过解构法规文本、关键参数对比分析发现，欧美体系侧重安全底线，而中国不仅通过生乳分级与杀菌工艺规范兼顾营养与安全，更首创活性营养量化标准，推动优质乳向优质鲜活升级。研究表明，优质乳工程以领先国际水平的高要求和标准化活性成分为特色推动了中国乳业的升级。

关键词：优质乳；标准；营养健康；卫生安全

文章编号：1671–4393（2025）11–0051–08　　DOI:10.12377/1671–4393.25.11.06

中国乳业线上阅读

0 引言

牛奶是一种古老的天然饮品，从欧亚草原游牧民族的“白色血液”，到19世纪路易·巴斯德发明巴氏杀菌技术推动牛奶安全商品化，这一白色液体始终承载着人类对优质蛋白、钙质及活性营养素的追求。现代营养学研究证实，牛奶富含乳铁蛋白、免疫球蛋白等生物活性物质，对骨骼发育、免疫力提升具有不可替代的功效[1]。如今，牛奶已成为日常生活不可或缺的饮品，是人们日常饮食中的重要部分[2]。联合国粮食及农业组织（FAO）调查数据显示，全球80%的人口存在规律性乳品消费行为[2]。大众对牛奶质量的要求也越来越严格，只有健康安全、营养丰富的优质乳才能满足消费者的需求[3]。

为提升本土乳品质量，让大众能消费到优质乳品，各国采取了多项措施。美国食品及药物管理局（FDA）为降低奶源性疾病数量，出台了《巴氏奶

作者简介：白晓彤（1998–），女，广东广州人，硕士，研究方向为供应链与原材料质量控制；
陈春裕（1994–），女，广东韶关人，本科，工程师，研究方向为供应链与原材料质量控制；
陈蓓蕾（1998–），女，湖北武汉人，本科，助理工程师，研究方向为供应链与原材料质量控制；
黄隽光（1999–），男，广东佛山人，本科，助理工程师，研究方向为供应链与原材料质量控制。
*通信作者：杨爱君（1970–），女，广东潮州人，硕士，正高级工程师，研究方向为乳制品质量检测和质量保证。

条例》（Grade“A”PMO），建立了优质安全的乳品标准，并在产品包装上体现相应标识以便消费者辨别[4]。欧盟食品安全监管体系被认为是全世界最严格、最完善的体系之一，其乳品安全法规体系实现了“从牧场到餐桌”的全面覆盖[5]。澳大利亚与新西兰是全球奶业强国，其乳品标准体系的关键控制点与欧盟相似，确保乳品从农场到出口的全程可追溯与安全。

我国自2008年“三聚氰胺”事件以来，消费者对国产乳品信心低迷，乳品行业受到严重冲击。为了重振消费者对国产乳品质量的信心，实现中国奶业全面振兴，中国农业科学院北京畜牧兽医研究所奶业创新团队首席专家王加启研究员于2012年提出优质乳工程理论[3]。该工程通过推动优质原奶的稳定供应，规范乳品加工流程以及优质乳标识的创立，缔造营养、健康、安全的优质乳品。本文旨在通过解构中国优质乳工程与部分乳业大国的乳品标准体系，并系统性对比优质乳工程、美国《巴氏奶条例》、欧盟食品安全标准三套标准体系在营养健康指标、杀菌强度规范、活性成分监测方法等方面的差异，为中国乳业标准化战略升级提供理论参考依据。

1 各国乳品与优质乳标准体系概述

1.1 美国《巴氏奶条例》（Grade“A”PMO）

在美国，乳品根据《巴氏奶条例》进行评级分类，符合该条例的乳品方可在包装上标注“优质乳”（Grade“A”）。该条例最早出现于1924年，美国公共卫生署为了建立预防奶源性疾病的管理程序而起草制定了《标准乳条例》[4]。后经过各级乳品监管部门、评级机构、乳品生产商、科研教育团体等不同群体的共同修订，形成了现在的《巴氏奶条例》。该条例出台以来，有效地降低了美国奶源性疾病的暴发。在1938年美国发生的食源性疾病中，奶源性疾病所占的比例高达25%，而最新的调查数据显示，近年奶源性疾病所占的比例下降至1%[4]。不仅如此，《巴氏奶条例》为各州优质乳的生产提供了统一标准，促进优质乳的州际贸易。目前美国99%的本土牛奶都是根据《巴氏奶条例》的要求进行生产[6]。《巴氏奶条例》全文有18章节与19个附录，主要由监管管理办法、生鲜乳生产标准、加工设施与环境、乳及乳制品加工工艺与专题附录五部分组成，全面涵盖了奶牛养殖、生鲜乳收集、运输、加工、包装、储存到销售的各个环节，为乳品企业提供了详细的规定与指导[4]。虽然该条例名为《巴氏奶条例》，但条例产品不仅涵盖巴氏杀菌乳，还包括了UHT灭菌乳、发酵乳、黄油等乳制品。美国州间奶品货运理全国理事会（NCIMS）最早成立于1949年，是《巴氏奶条例》中的一个重要角色[7]。NCIMS每两年召开一次全国会议，在其会议上根据最新的乳及乳制品风险评估对《巴氏奶条例》进行修改和调整。NICMS还相应出台了《乳品承运商卫生等级评级方法》来衡量乳品供应商是否符合《巴氏奶条例》的规定，只有评级分数达标的供应商或生产商才有资格位列洲际运奶商（IMS）认证清单。

1.2 欧盟乳品标准体系

欧盟所建立的乳及乳制品标准体系是全球范围内最严格的标准体系之一，该体系以综合法规为基础，辅以具体垂直标准和持续更新的技术规范，涵盖了从“牧场至餐桌”的整个奶业链，构成一个多层次、全方位的监管体系[5]。Regulation（EC）No 178/2002《通用食品法》明确了食品安全的基本原则，为所有制品设定了基本要求[8]；Regulation（EC）No 852/2004《食品卫生法》规定了食品生产、加工、销售各阶段必须遵守一般卫生要求[9]；Regulation（EC）No 853/2004《食品卫生法规细则》制定了具体的附加卫生规则，详细规定了生鲜乳的生产卫生标准、杀菌处理要求、产品特定要求等[10]。其他食品安全法规例如Regulation（EC）No 2073/2005《食品的微生物标准》[11]、Regulation（EC）No 1333/2008《食品添加剂》[12]、Regulation（EU）No 2023/915《污染物限量标准》[13]、

中国乳业杂志社版权

Regulation（EC）No 396/2005《农药残留限量标准》[14]、Regulation（EC）No 37/2010《兽药残留限量标准》[15]为欧盟的乳及乳制品提供了安全保障[10]。通过严格把控生鲜乳的卫生指标，强制执行HACCP体系等，规范产品质量安全，欧盟实现了高品质牛奶的产出。除上述与乳品卫生安全相关的法规，Regulation（EU）No 1308/2013《建立农产品共同市场组织》也是欧盟确保乳品质量的重要条例，通过为乳品提供统一的市场规则，使其在各成员国之间自由流通；通过公共干预，保护奶农地位，保证奶源的稳定[16, 17]。

在设立乳品安全防护底线外，欧盟还将监管视野延伸至上游，通过相关产品认证的方式提升奶牛的动物福利。欧盟以Regulation（EU）No 2018/848《有机产品的生产和标签》为核心法律框架，要求有机奶牛必须享有充足的户外活动空间和放牧天数，禁止永久性栓系，提供符合其自然行为的厩舍环境[18]。各成员国的相关保护组织也有相应的动物福利产品标识体系，例如荷兰的“Beter Leven（更好的生活）”认证通过分级标签，向大众群体传递食品生产过程中对动物福利的保障程度。

1.3 澳大利亚与新西兰乳品标准体系

澳大利亚与新西兰的乳品标准体系是全球范围内区域协同化监管的典范。两国共同设立的澳新食品标准局（FSANZ）制定统一了《澳新食品标准法典》，该法典为两国乳品从原料到终产品的安全与质量确立了强制性技术基准，涵盖了微生物限量、污染物控制、添加剂使用、营养标签及产品定义等所有关键环节，确保了在统一市场内流通产品的规范一致性与安全性下限。澳大利亚乳品及其生产过程需分别遵循《澳新食品标准法典》“条例2.5乳及乳制品”与“条例4.2.4乳及乳制品的主要生产和加工”[19]。新西兰乳品需遵循《澳新食品标准法典》“条例2.5乳及乳制品”、乳品的生产则需要遵循新西兰初级产业部（MPI）制定出台的《食品法2014》、《动物产品法1999》等法规条例[20]。其中，新西兰独创的“风险管理方案（RMP）”制度是这一体系的基石，它强制要求每一个乳品加工企业必须量身定制一套经初级产业部批准的、覆盖从农场到出厂全链条的个性化风险控制计划。

1.4 中国优质乳工程

为更好地推动中国优质牛奶的生产，提高国产牛奶的质量，在国家农业科技创新工程和国家奶产品质量安全风险评估专项支持下，中国国家奶业科技创新联盟主导发起了优质乳工程[3]。此认证体系以保全活性营养为核心目标，通过生乳源头管控、工艺技术精准规范、核心指标评价、优质乳标识明确这四大关键控制点建立严密的品质保障网络。优质乳工程设立了严格的生乳营养指标与卫生安全指标，并划分了生乳的用途：优级生乳可用于巴氏杀菌乳和UHT灭菌乳，而特优级生乳只能用于巴氏杀菌乳，加强优质生乳的利用率[21]。优质乳工程还对加工工艺进行了明确规定，特别是杀菌工艺参数以及相关设备的校准频率和波动偏差。为避免过热加工导致的产品营养失活，优质乳工程同时规定了热敏感物质如糠氨酸与碱性磷酸酶和生物活性物质如乳铁蛋白的检测验证，以确保认证牛奶的活性营养[21]。最后，优质乳工程通过在验收的产品包装上印有优质乳标识，使消费者能够更快更准确的识别高品质牛奶。

优质乳工程的申请、实施与验收应遵循《国家优质乳工程管理办法》。申请实施优质乳工程的企业需为中国国家奶业科技创新联盟企业，各企业可根据自身情况自愿申请实施，该认证标准为非强制性标准。目前，优质乳工程覆盖的产品包括优质巴氏杀菌乳和优质UHT灭菌乳，生乳以及成品乳应符合《T/TDSTIA 002-2019特优级生乳》《T/TDSTIA 003-2019优级生乳》《T/TDSTIA 004-2019优质巴氏杀菌乳》和《T/TDSTIA 005-2019优质超高温瞬时灭菌乳》等一系列团体标准的要求。该系列标准为国家奶业科技创新联盟发布的团体标准，是目前优质乳工程验收的技术依据。其实施流

中国乳业杂志社版权所有

程包括4 个步骤：申请、实施、技术验收认证和监督管理。企业向联盟申请通过后，技术专家对企业自有奶源基地和奶品加工车间进行现场调研，全面了解企业牧场布局、生乳指标、加工工艺、生产过程控制措施、市场反响等。根据《国家优质乳工程管理办法》，企业建立专项小组，进行试验。联盟组织专家验证各环节达标后，企业可正式实施优质乳工程，并定期向联盟报送工作动态。完成验证后，企业可申请技术验收，对验收合格的企业，中国国家奶业科技创新联盟颁发“国家优质乳工程技术验收达标证书”，并收录至《优质乳工程企业名录》；对验收合格的牧场和加工厂，则授予“国家奶业科技创新联盟优质乳工程示范牧场”和“国家奶业科技创新联盟优质乳工程示范工厂”。为保证优质乳工程产品的稳定和质量，联盟对验收合格的奶源基地和产品进行定期抽检，抽检频率为半年一次。每两年开展复评审技术验收和复评审认证，持续监控乳品企业的优质乳工程实施情况，确保市场上流通的优质乳依然是高品质水准。截至2023年，来自25 个省、市、自治区的70家 乳品企业实施了优质乳工程。不仅如此，据国家奶业科技创新联盟统计，2016—2022年，实施优质乳工程的企业其巴氏杀菌乳产品中优质乳占比已达97%，标志着我国巴氏奶品类从安全合格到优质鲜活的产业升级[22]。

2 中国优质乳工程与国际乳品核心指标对比

2.1 营养与卫生要求

蛋白质和脂肪是牛奶的重要营养成分，能为人体提供能量和基础营养供给。菌落总数和体细胞数是评估生鲜乳质量安全的核心卫生指标，会直接影响成品的安全性[23]。菌落总数是每毫升生鲜乳中需氧微生物的总量，该指标体现了挤奶设备和奶牛的健康程度。生鲜乳中菌落总数过高可能会导致乳中毒素积累、风味劣变、产品提早变质等[23]。体细胞数是每毫升生鲜乳中白细胞和乳腺上皮细胞的总和，体现了奶牛乳房健康程度，也间接体现了牛舍环境和挤奶设备情况。奶牛乳腺炎不仅会导致产奶量损失，而且白细胞释放酶会分解酪蛋白，同时游离脂肪酸会增加产生酸败味，从而导致产品质量缺陷[24]。生鲜乳中丰富的营养物质为微生物繁殖提供了最佳条件，若挤奶后未对温度加以控制，则会导致生鲜乳中的细菌快速繁殖，最终影响牛奶品质。因此，生鲜乳挤奶后的冷却温度与运输温度是关键参数，需严格把控。

表1展示了中国优质乳工程，美国《巴氏奶条例》和欧盟标准规定的生鲜乳营养与卫生指标。表1显示，中国优质乳工程对优级生乳和特优级生乳的乳蛋白和乳脂肪含量都有明确严格的规定。美国《巴氏奶条例》和欧盟均未对生鲜乳的营养指标进行强制规定，而是对成品有相关要求。欧盟法规《Regulation（EU）No 1308/2013建立农产品共同市场组织》对标准化成品全脂成品乳的蛋白质和脂肪有所规定，乳脂肪含量需≥3.5%，乳蛋白含量需≥2.9%[17]。这是为了保证欧盟各成员国之间统一贸易规则，从而防止不正当竞争。此外，设定明确的营养指标可以间接推动牧场优化管理。美国法规则要求乳脂肪含量≥3.25%才可标为全脂牛奶，否则会被视为错误标签进行处罚。

由表1可知，欧盟对生鲜乳卫生要求的严格程度远超美国的《巴氏奶条例》。中国优质乳工程中优级生鲜乳的卫生要求已与欧盟看齐，特优级生鲜乳的菌落总数和体细胞数要求严格程度更是远超欧盟。此外，与中国优质乳工程较为不同的是，欧盟与美国《巴氏奶条例》对菌落总数的监测，细分了采样环节的要求。美国《巴氏奶条例》对单一牧场原料乳和多牧场混合原料乳菌落总数有不同要求。在欧盟，牧场端生鲜乳、投料前生鲜乳和预巴氏杀菌乳都应分别取样并满足相应标准要求。相比中国和欧盟，美国《巴氏奶条例》对巴氏杀菌乳的菌落总数有额外规定，用于验证杀菌的有效性和生产环节的卫生控制，体现了美国对过程控制的侧重。

挤奶后的冷却温度和运输温度也会影响生产前

中国乳业线上阅读

表 1 各国乳品营养与卫生标准要求对比 [4, 9, 21]

指标	名称	中国优质乳工程	美国《巴氏奶条例》	欧盟
乳蛋白（%）	生鲜乳	≥ 3.1（特优级） ≥ 3.0（优级）	未规定	生鲜乳未规定
	成品乳	未规定	未规定	全脂成品乳≥ 2.9
乳脂肪（%）	生鲜乳	≥ 3.4（特优级） ≥ 3.3（优级）	未规定	未规定
	成品乳	未规定	全脂成品乳≥ 3.25	全脂成品乳≥ 3.5
菌落总数（CFU/mL）	生鲜乳	≤ 5×10^4（特优级） ≤ 1×10^5（优级）	≤ 1×10^5（单一牧场） ≤ 3×10^5（混合牧场）	≤ 1×10^5（牧场） ≤ 3×10^5（生乳投料前） ≤ 1×10^5（预巴氏杀菌前）
	成品乳	未规定	≤ 2×10^5（巴氏杀菌后）	未规定
体细胞（SCC/mL）	生鲜乳	≤ 3×10^5（特优级） ≤ 4×10^5（优级）	≤ 7.5×10^5	≤ 4×10^5
冷却温度（℃）	生鲜乳	0~4	≤ 7	≤ 6
运输温度（℃）	生鲜乳	0~6	≤ 7	≤ 10

生鲜乳的菌落总数，温度过高会导致细菌繁殖。由表1可知，中国优质乳工程对挤奶后的生鲜乳冷却温度和运输温度相比其他国家都有更严格的规定。这也是国家优质乳工程未采纳类似欧美国家在投料前对生鲜乳菌落总数作出强制性规定的潜在原因。只要确保温度控制得当，运输过程中微生物滋生的风险将显著降低。

2.2 牛奶杀菌工艺要求

牛奶的杀菌工艺是决定成品品质的关键因素，温度过高或时间过长会导致养流失，而不彻底的杀菌会导致食源性疾病。因此，规范杀菌工艺参数是保证牛奶质量的关键步骤之一。表2显示，中国优质乳工程和美国《巴氏奶条例》均明确规定巴氏奶的杀菌温度与时间，其中，两个标准体系要求的巴氏奶杀菌温度均为≥72 ℃，而中国优质乳工程还另外设有80 ℃的上限，目的在于更好地保留乳中的活性物质，平衡杀菌效果和活性物质保留率[4, 21]。对于UHT灭菌乳，中国优质乳工程明确规定了企业需按照135 ℃/4s的工艺或是获得批准的等效新工艺进行生产[21]；而美国《巴氏奶条例》对此没有规定具体参数，仅规定工艺需达到商业无菌。不同于中美优质乳体系，欧盟法规标准中两种杀菌工艺的具体温度和时间都没有明确的规定，而是强制乳品企业执行HACCP体系，并根据企业自身情况设定。

表 2 各国巴氏杀菌 /UHT 灭菌工艺标准要求对比

杀菌工艺条件	中国优质乳工程	美国《巴氏奶条例》	欧盟
巴氏杀菌温度 / 时间	72~80 ℃ /15 s 或等效	≥ 72 ℃ /15 s 或等效	未规定
UHT 灭菌温度 / 时间	≥ 135 ℃ /4 s 或经批准的新工艺	商业无菌	未规定

2.3 热敏与活性物质要求

表3展示了中国优质乳工程、美国《巴氏奶条例》和欧盟标准对杀菌后巴氏奶中热敏成分和活性物质的指标要求。碱性磷酸酶是一种天然的牛奶酶，其耐热温度比大多数致病菌更高，因此碱性磷酸酶通常被用作验证杀菌是否有效的指标[25]。表3显示，中国优质乳工程、美国《巴氏奶条例》和欧盟都有设定碱性磷酸酶阴性的要求，意味着杀菌到位是安全底线。糠氨酸是美拉德反应的副产物，可以

中国乳业线上阅读

用来量化评估杀菌过程中温度是否过热[25]。乳铁蛋白和β－乳球蛋白作为牛奶中的天然热敏活性物质，其保留率也可以同时反映杀菌过程的温度控制情况。目前除了中国优质乳工程，美国《巴氏奶条例》和欧盟皆未对糠氨酸残留、乳铁蛋白和β－乳球蛋白保留率进行规定。由此可见，欧美目前更注重的是牛奶的安全性，而中国优质乳工程则在确保安全的同时保证巴氏杀菌乳的营养活性。

表 3 各国巴氏杀菌后热敏成分 / 活性物质指标要求对比

热敏成分 / 活性物质	中国（优质乳工程）	美国（PMO）	欧盟
碱性磷酸酶	阴性	阴性	阴性
糠氨酸（mg/100 g 蛋白质）	≤ 12	未规定	未规定
乳铁蛋白（mg/L）	≥ 25	未规定	未规定
β－乳球蛋白（mg/L）	≥ 2 200	未规定	未规定

对于UHT灭菌乳，除糠氨酸外，乳果糖作为蛋白质和乳糖在高温下发生美拉德反应的副产物，也是一种反映UHT工艺热强度的指标[25]。表4显示，中国优质乳工程对UHT牛奶中糠氨酸、乳果糖和β－乳球蛋白含量都有严格要求。欧盟仅以非强制形式建议乳果糖含量＜600 mg/L，对其他热敏成分和活性物质未规定[26]。美国《巴氏奶条例》对上述成分皆未规定，由企业自行判断是否需要实施控制。由此可见，中国优质乳工程通过设定上述指标要求，推动企业在保证牛奶灭菌效果的同时，尽可能保留牛奶中的营养和活性物质，实现营养与安全兼并的优质乳。

表 4 各国 UHT 灭菌后热敏成分 / 活性物质指标要求对比

热敏成分 / 活性物质	中国（优质乳工程）	美国（PMO）	欧盟
糠氨酸（mg/100 g蛋白质）	≤ 190	未规定	未规定
乳果糖（mg/L）	＜ 600	未规定	＜ 600（建议）
β－乳球蛋白(mg/L）	≥ 300	未规定	未规定

3 总结

本文解构了中国优质乳工程、美国《巴氏奶条例》、欧盟乳品标准以及澳新乳品标准体系，并系统性的对比了国家优质乳工程、美国《巴氏奶条例》及欧盟乳品标准三大体系及其核心指标，揭示了各国在乳品质量与安全标准中的差异。美国《巴氏奶条例》聚焦公共卫生安全底线，为各州乳及乳制品贸易流通提供统一标准，为各乳品企业生产提供详尽的技术指导，并创建优质乳标识以便消费者识别。欧盟设立严格的生乳卫生标准，乳及乳制品生产过程则依托HACCP体系，近年来，开始注重动物福利和可持续生产。中国优质乳工程不仅设立了最严格的生乳卫生标准，将生乳进行用途分级，还将活性物质量化作为体系标准之一，在保证产品安全的基础上达到“营养最大化”，推动中国奶产业从安全合格向优质鲜活升级。虽然中国优质乳工程标准要求已赶超欧美，而中国乳业标准国际化和市场认可度方面仍有待加强。未来需通过不断完善国家优质乳工程体系标准，与国际先进概念接轨，参与国际标准修订等，将中国优质乳推向世界。

参考文献

[1] Lambrini K，Aikaterini F，Konstantinos K，et al. Milk nutritional composition and its role in human health[J].Journal of Pharmacy and Pharmacology，2020，9（1）：8–13.

[2] Yang X，Wang Y，Nie D，et al. An integrated grade classification model to evaluate raw milk quality[J]. Computers and Electronics in Agriculture，2025，237（Pt B）：110565.

[3] 王加启，郑楠，李松励，等.优质乳工程：理论与实践[J].中国乳业，2016（10）：2–9.

[4] U.S.Food and Drug Administration. Pasteurized Milk Ordinance，2023 revision[S].

[5] 云振宇，刘文，蔡晓湛等.欧盟乳制品质量安全监管机构及法规标准体系概述[J].中国乳品工业，2010，38（3）：41－44.

[6] Ma Y，Klontz K C，Dinovi M J，et al. Evaluation of the level of food safety protection provided by the U.S. Grade “A” Pasteurized Milk Ordinance and its associated

中国乳业线上阅读

cooperative Grade “A” Milk Safety Program. Journal of Food Protection，2015，78（8）：1428–1433.

[7] 金山占.美国奶品质量监管模式[J].新农村，2010（3）：35.

[8] EUR–Lex. Regulation（EC）No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law，establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety[EB/OL].https：//eur–lex.europa.eu/legal–content/EN/TXT/？uri=CELEX%3A02002R0178–20240701&qid=1756689220392，2024–07–01.

[9] EUR–Lex. Regulation（EC）No 852/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs[EB/OL]. https：//eur–lex.europa.eu/legal–content/EN/TXT/？uri=CELEX%3A02004R0852–20210324&qid=1756689890348，2021–03–24.

[10] EUR–Lex. Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin[EB/OL]. https：//eur–lex.europa.eu/legal–content/EN/TXT/？uri=CELEX%3A32004R0853&qid=1757927537799，2020–03–08.

[11] EUR–Lex. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs[EB/OL]. https：//eur–lex.europa.eu/legal–content/EN/TXT/？uri=CELEX%3A32005R2073&qid=1757926424065，2020–03–08.

[12] EUR–Lex. Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives[EB/OL]. https：//eur–lex.europa.eu/legal–content/EN/TXT/？uri=CELEX%3A32008R1333&qid=1757926570430，2025–07–02.

[13] EUR–Lex. Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006[EB/OL]. https：//eur–lex.europa.eu/legal–content/en/TXT/？uri=CELEX%3A32023R0915，2025–07–01.

[14] EUR–Lex. Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC[EB/OL]. https：//eur–lex.europa.eu/legal–content/EN/TXT/？uri=CELEX%3A32005R0396&qid=1757926938269，2025–05–12.

[15] EUR–Lex. Commission Regulation (EU) No 37/2010 of 22 December 2009 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuffs of animal origin[EB/OL]. https：//eur–lex.europa.eu/legal–content/EN/TXT/？uri=CELEX%3A32010R0037&qid=1757927105486，2025–06–24.

[16] Čapla J，Zajác P，Ševcová K，et al.Overview of the milk and dairy products legislation in the European Union. Legestic，2023（1）：1–16.

[17] EUR–Lex. Regulation（EU）No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 establishing a common organisation of the markets in agricultural products and repealing Council Regulations（EEC）No 922/72，（EEC）No 234/79，（EC） No 037/2001 and（EC）No 1234/2007[EB/OL]. https：//eur–lex.europa.eu/legal–content/EN/TXT/？uri=CELEX%3A32013R1308&qid=1756712607772，2024–11–08.

[18] EUR–Lex. Regulation（EU）2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation（EC）No 834/2007. https：//eur–lex.europa.eu/legal–content/EN/TXT/？uri=CELEX%3A02018R0848–20250325&qid=1756713013965，2025–03–25.

[19] 云振宇，刘文，蔡晓湛，等.澳大利亚乳品质量安全监管体系及法规标准概况[J].中国乳品工业，2013，41（10）：30–32.

[20] 朱雨薇.新西兰乳制品质量安全监管体系及相关标准法规综述[J].中国乳品工业，2014，42（10）：28–31，54.

[21] 王加启.优质乳工程技术体系核心指标研究[J].中国乳业，2019（6）：2–6.

[22] 李莉颖.奶业科技创新联盟：让优质乳滋润人民美好生活[EB/OL]. https：//nastia.caas.cn/lmdt/gzdt/cd8f294e59f94cb5b352d2032cf588c9.htm，2023–05–18.

[23] Martin N H，Evanowski R L，Wiedmann M. Invited review：redefining raw milk quality –evaluation of raw milk microbiological parameters to ensure high–quality processed dairy products[J]. Journal of Dairy Science，2023，106（3）：1502–1517.

[24] Merwan A，Nezif A，Metekia T. Review on milk and milk product safety，quality assurance and control[J]. International Journal of Livestock Production，2018，9（4）：67–78.

[25] 尉鑫欣，潘虹，赵广生，等.巴氏杀菌乳国内外最新标准对比研究[J].乳业科学与技术，2019，42（2）：35–39.

[26] Parekh S L，Balakrishnan S，Hati S，et al. Lactulose：Significance in milk and milk products[J]. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences，2016，5（11）：721–732.

下转65页

中国乳业线上阅读

Holstein milk adulteration in specialty milks. [Method]Spectral data of camel，yak，buffalo，goat milk，and their adulterated samples with Holstein milk were collected via miniaturized transmissive and reflective NIR spectrometers. Then，quantitative models were built with partial least squares regression，while qualitative models were developed using support vector machine （SVM） and linear discriminant analysis （LDA）. [Result] Quantitative models showed good predictive ability. Transmissive predictive models achieved a coefficient of determination（R^2） of 0.78~0.99 and a root mean square error （RMSE） of 2.31~13.68，while reflective ones got 0.89~0.98 and 4.68~9.77，respectively. In qualitative analysis，SVM outperformed LDA in classification. Transmissive-spectrum SVM reached 90.91%~100.00% accuracy，and reflective-spectrum SVM 80.00%~100.00%. [Conclusion]This study indicated that miniaturized NIR spectrometers，as fast and convenient detection tools，hold great application potential. The devices enable on-site and real-time detection of milk adulteration，offering strong technical support for dairy quality control and market regulation.

Keywords：near-infrared spectroscopy；specialty milk；adulteration；Holstein milk；discrimination models

▲上接57页

The Comparative Study of China Excellent Milk Project and International Dairy Standard Systems

BAI Xiaotong，CHEN Chunyu，CHEN Beilei，HUANG Junguang，YANG Aijun*
Guangdong Yantang Dairy Co.，Ltd.，Guangzhou Guangdong 511356

Abstract：The China Excellent Milk Project was proposed by the Milk Research Team of Institute of Animal Science of Chinese Academy of Agricultural Sciences and authorized by the Ministry of Agriculture of the PRC for implementation，which aimed at promoting the transformation of China dairy industry through the construction of a standardized industrial chain. The study systematically compared the core frameworks and standards of China Excellent Milk Project，the U.S. Grade“A”Pasteurized Milk Ordinance and dairy legislation in the European Union. By the analysis of the legislation and comparison of key parameter requirements，it was found that while the European and American systems prioritized safety，China Excellent Milk Project not only balanced both dairy nutrition and safety through raw milk grading and processes standardization，but also pioneered quantitative standards for active nutrients，promoting the upgrade of milk to freshness. The results demonstrated that the China Excellent Milk Project，characterized by its international advanced-level requirements and standardized active nutrients，has promoted the upgrading of dairy industry in China.

Keywords：excellent milk；standard；nutritions and healthy；hygiene and safety

中国乳业线上阅读