

# 奶牛生产性能测定监测与预警系统的建立与应用

何开兵 欧四海

新疆兵团第八师畜牧兽医工作站, 新疆石河子 832000

**摘要** 为充分发挥奶牛生产性能测定的作用, 扩大应用范围, 本文从奶牛生产性能测定数据分析角度, 探索建立具有预警功能的奶牛生产性能测定系统, 并分别介绍了奶牛生产性能测定监测与预警系统在以下 6 个方面的应用: 测定结果的综合预警, 平均胎次及胎次比例预警, 高峰奶、高峰日和持续力的预警, 产奶量下降过快牛只比例的预警, 泌乳天数大于 450 d 牛只比例的预警, 体细胞数大于 50 万牛只比例的预警。

**关键词** 奶牛; 生产性能测定; 预警系统

为了实现基于奶牛生产性能测定数据分析, 建立奶牛生产性能测定监测与预警系统, 及时监测和预警奶牛群发性营养代谢、饲养管理和疾病防控等方面存在的安全隐患, 根据奶牛生理及生产性能的特点, 通过分析产奶量、泌乳天数等相关的资料信息, 监控产奶量、乳成分和泌乳天数等变化趋势, 评价各种风险状态偏离预警线的强弱程度, 向管理者发出预警信号并提示采取预控对策, 最大限度地降

低乳房炎、酮病等发病率, 从而形成具有预警功能的奶牛生产性能测定系统。

## 1 预警系统设计

预警系统可与 CNDHI 软件安装于同一台计算机, 指定 CNDHI 软件原始报告生成的文件目录, 自动实现数据提取, 并导入数据库中, 如图 1 所示。

预警条件可根据区域特点进行微调, 系统在导

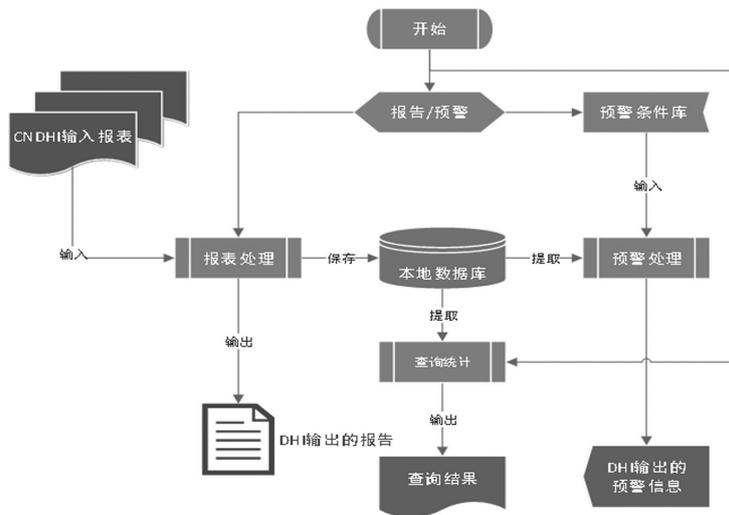


图 1 预警系统示意

收稿日期: 2020-11-03

基金项目: 2019 年度新疆兵团第八师石河子市科技成果转化引导计划(2019ZH01)

何开兵, 男, 1969 年生, 高级畜牧师。

入数据完成按条件进行数据筛选,符合预警条件的数据将被标记。输出报告的通用信息及标题以 Word 或 pdf 模板形式提供,软件根据模板标记更新内容,指标报告根据数据表达形式按列表输出,输出的数据列表项目、内容可选择设定。

## 2 监测与预警系统建立

### 2.1 监测与预警指标选取原则

建立适应于区域奶牛生产实际的监测与预警指标体系,并满足:①监测与预警指标应能够反映时段区域奶牛生产各个方面的状况及变化趋势;②应具有科学性、系统性、可量化、独立性及可对比性等原则。

### 2.2 监测与预警系统组成

监测与预警系统通常由以下 4 个部分组成。

1)监测系统:主要包括乳成分体细胞联合测定系统、尿素氮测定仪和奶牛场管理系统等,完成乳成分、体细胞数、MUN、丙酮、 $\beta$ -羟基丁酸、奶牛繁殖等实时信息采集,并将采集信息存入计算机,供预警信息系统分析使用。

2)预警信息系统:完成将原始信息向征兆信息转换的功能。原始信息包括历史信息、现实和实时信息,同时包括国内外相关的研究信息。包括信息收集、信息处理、信息的辨伪、信息存储、信息推断。

3)预警评价指标体系系统:①预警评价指标:主要包括产奶量、乳成分(乳脂率、乳蛋白率和脂蛋白)、体细胞数/体细胞分、MUN、平均泌乳天数、高峰奶及高峰日、平均胎次及胎次比例、产奶量下降过快牛只比例、泌乳天数大于 450 d 牛只比例、体细胞数大于 50 万牛只比例、乳脂率小于 2.5%牛只比例及 MUN 结果统计等。②预警准则的确定。预警准则:设置要把握尺度,不漏警、不误警;预警方法:指标预警、因素预警、综合预警、误警和漏警;预警阈值的确定。

4)预警信号输出。根据测定结果与预警值、目标值的分析对比,超出范围的应加以预警标识,标识形式有“ $\uparrow$ ”“ $\downarrow$ ”和颜色等方式,提醒有关人员注意。

### 2.3 预警指标确定及量化

1)选取符合实验室仪器设备检测条件和区域奶牛生产实际的监测项目。

①日产奶量:是指泌乳牛测定日当天 24 h 的总产奶量,日产奶量反映泌乳牛当前实际产奶水

平,单位为 kg。

②乳脂率:是指泌乳牛测定日牛奶所含脂肪的含量,单位为%。

③乳蛋白率:是指泌乳牛测定日牛奶所含蛋白的含量,单位为%。

④乳糖率:是指泌乳牛测定日牛奶所含乳糖的含量,单位为%。

⑤非脂乳固体:是指泌乳牛测定日牛奶中除脂肪和水分以外的物质的含量,单位为%。

⑥全乳固体:是指泌乳牛测定日牛奶中除水分以外的物质的含量,单位为%。

⑦体细胞数:指泌乳牛测定日牛奶中体细胞的数量,单位为千个/mL。

⑧牛奶尿素氮:是指泌乳牛测定日牛奶中尿素氮的含量,单位为 mg/dL。

⑨乳中丙酮:是指泌乳牛测定日牛奶中丙酮的含量,单位为 mmol/L。

⑩乳中 BHB( $\beta$ -羟基丁酸):是指泌乳牛测定日牛奶中  $\beta$ -羟基丁酸的含量,单位为 mmol/L。

2)选取符合区域实际的监测预警指标。量化的预警指标见表 1,项目指标预警值和目标值的确定依据来源于国内外相关文献报道及国内先进牧场的经验值,结合区域实际确定。

### 2.4 预警指标的调整

定期对预警系统运行状况进行评估,评估其对奶牛生产状况判断的准确性。当准确性无法满足奶牛生产需求时,应及时调整监测项目和预警指标等内容。

## 3 预警报告

### 3.1 预警报告的制作

将检测数据和牛场生产繁殖信息按 CNDHI 统一格式导入 CNDHI 软件,生成 CNDHI 报告,然后将 CNDHI 报告导入奶牛生产性能测定(DHI)分析解读及预警系统,系统将根据用户设置进行数据统计和分析,生成奶牛生产性能测定(DHI)分析解读及预警报告。

### 3.2 预警报告的审核与反馈

预警报告制作完成后应经技术负责人审核后,以电子邮件或微信、QQ 等形式及时反馈牛场管理层有关技术人员。

预警报告采用数据表格、图形、曲线等形式呈

表 1 预警指标

项目	预警值	项目	预警值
日产奶量	≥25 kg	乳脂率	3.4%~4.3%
体细胞数(群体平均)	<30 万个/mL	乳蛋白率	2.9%~3.4%
体细胞数(个体)	<50 万个/mL	脂蛋比	1.12~1.41
MUN<10 mg/dL 牛只比例	<10%	平均泌乳天数	150~170
MUN>18 mg/dL 牛只比例	<10%	平均胎次	3.0~3.5
高峰日(头胎平均)	70~120	产奶量下降过快牛只比例	<15%
高峰日(群体平均)	60~90	泌乳天数大于 450 d 牛只比例	<6%
脂蛋比<1.12 的牛只比例	<10%	体细胞数大于 50 万牛只比例	<9%
脂蛋比>1.41 的牛只比例	<10%	乳脂率<2.5%牛只比例	<10%
乳中丙酮(亚临床酮病)	(0.21~0.38)mmol/L	乳中丙酮(临床酮病)	≥0.39 mmol/L
乳中 BHB(亚临床酮病)	(0.16~0.25)mmol/L	乳中 BHB(临床酮病)	≥0.26 mmol/L
泌乳天数 70 d 内牛只乳脂率>5.0%或脂蛋比>1.5 牛只比例			<10%
项目	目标值	项目	目标值
头胎牛只占比	30%	高峰奶量(头胎牛只)	≥37 kg
二胎牛只占比	20%	高峰奶量(二胎牛只)	≥47.5 kg
三胎及以上牛只占比	50%	高峰奶量(三胎及以上牛只)	≥50 kg
峰值比(1 胎:2 胎)	77%~78%	峰值比(1 胎:3 胎及以上))	74%~75%
峰值比(1 胎:2 胎及以上)	75%~80%	峰值比(2 胎:3 胎及以上))	96%~97%

现,直观表征奶牛生产现状及发展趋势。当超过某一阈值时,数据通过“↑”“↓”和颜色形式标识并及时报警,并使用文字进行解释说明,帮助牛场查找问题产生的根源,针对性解决问题。

### 3.3 预警的响应及解除

参测牛场接到预警报告后,及时制定、落实整改措施,完成问题整改,提高奶牛生产性能,保证预警系统的闭环管理。参测牛场完成问题整改并经验证达到目标要求,预警自动解除。

## 4 应用

### 4.1 测定结果的综合预警

DHI 报告导入预警系统后,系统会根据设定的监测预警指标,自动提取数据并生成预警报告,测定结果的综合预警如表 2 所示。从表 2 可以看出,上述指标若超出预警范围,将会有“↑”“↓”予以警示,提醒牛场管理和技术人员注意,及时查找原因并改进,如该场平均泌乳天数 219 d,超出正常范围,反映牛场繁殖管理和产后护理存在较大问题,应改善日粮营养,提高发情率,提高繁殖效率。

### 4.2 平均胎次及胎次比例预警

平均胎次及胎次比例预警结果见表 3。从胎次比例看,该场 1 胎:2 胎:3 胎及以上=22:29:49,和理

想胎次结构相比,1 胎牛少了 8%,2 胎牛多了 9%,3 胎及以上比例正常,而理想的胎次结构是高产、稳产的基础,也是牛群逐年更新的前提,科学合理的牛群结构是实现奶牛养殖高效益的一个重要因素,牛场应科学地规划牛场的牛群结构,并制定合理的繁殖计划,逐步调整牛群结构向合理化方向发展,这样才能实现利润最大化。

从泌乳天数看,平均泌乳天数随胎次的增加而增大,以三胎及以上增大较多,表明该牛场繁殖管理和产后护理存在较大问题,尤以三胎及以上问题更为突出,应加强干奶期、围产期营养和管理,降低产后瘫痪和酮病的发病率,经产牛产后 24 h 及时进行代谢病预防性灌服药物:灌服钙剂、丙二醇、氯化钾、硫酸镁、阿司匹林及酵母培养物等微生物制剂,尽可能降低能量负平衡的影响,恢复奶牛健康,从而达到提高繁殖效率、提高经济效益目的。

从产奶量看,一胎产奶量 30.6 kg,二胎 34.4 kg,三胎及以上 32.8 kg,表明牛场使用了优质冻精,一胎生产性能表现较好,而二胎、三胎及以上泌乳牛的营养和饲养管理存在较大问题,没有达到预期生产水平,应检查经产牛在上一胎次的泌乳后期(泌乳期后 1/3)日粮营养是否在饲养标准基础上增加了 20%营养,使泌乳牛膘情在泌乳后期得到恢复,

表 2 测定结果综合预警

指标	产奶量/kg	乳脂率/%	乳蛋白率/%	脂蛋比	体细胞数/(万/mL)	尿素氮/(mg/dL)	平均泌乳天数/d	高峰日/d
实测值	32.8	4.12	3.05	1.36	21.18	13	219↑	72
参考值	≥25	3.4~4.3	2.9~3.4	1.12~1.41	<30	12~16	150~170	60~90

表 3 平均胎次及胎次比例预警

胎次分类	总数/头	百分比/%		泌乳天 数/d	产奶量/ kg	乳脂率/ %	乳蛋白 率/%	SCC/ (万/mL)	校正奶/ kg	305 d 预计产量/kg	
		实测值	目标值							实测值	目标值
1	169	22.12	30	174	30.6	4.07	2.97	13.5	36.2	8 865.03↓	9 850
2	223	29.19	20	197	34.4	4.10	3.17	23.2	41.0	10 589.12↓	10 711
≥3	372	48.69	50	251	32.8	4.27	3.15	25.4	42.5	10 448.29↓	10 504

使体况评分控制在 3.0~3.5 分,以 3.25 分为最佳,并在干奶期和围产期保持体况在理想范围,加强围产期的管护,减少疼痛等应激影响,产后 24 h 及时进行代谢病预防性灌服药物:灌服钙剂、丙二醇、氯化钾、硫酸镁、阿司匹林及酵母培养物等微生物制剂,减少产后瘫痪、酮病等代谢病发病率,均衡营养,减少能量负平衡和体况损失,提高产奶量。

从乳脂率、乳蛋白率看,该场乳脂率较高,但头胎牛乳蛋白率较经产牛偏低,表明头胎牛的营养和管理需进一步改善和提高,头胎牛应与经产牛分开饲养,检查头胎牛日粮的能量和蛋白及过瘤胃蛋白是否满足产奶需要,头胎牛日粮营养应在饲养标准基础上增加 20%的营养,以满足产奶和生长的需要。

从体细胞数和体细胞分看,该场的体细胞数控制较好,且各胎次体细胞数均达理想体细胞范围,表明该场乳房炎防控效果好,干奶牛治疗有效,干奶药效果良好,挤奶程序正确,药浴效果好,牛群乳房健康状况好,同时也反映围产期管护较好,无子宫炎、子宫内膜炎和产道损伤情况。

从 305 d 预计产奶量看,各胎次 305 d 预计产奶量均未达理想目标值,表明各胎次奶牛的营养和管理存在较大问题,以头胎牛差距更明显,应加强头胎牛的营养和管理,应在饲养标准的基础上增加 20%生长需要,满足生长和泌乳的需要。

#### 4.3 高峰奶、高峰日和持续力的预警

1)高峰奶、高峰日预警。从表 4 可以看出,该场泌乳高峰日出现时间处于理想值范围内,1 胎高峰日 86 d 出现,2 胎及以上经产牛在 70 d 以前出现泌乳高峰,头胎牛泌乳高峰出现较经产牛迟,持续时间较经产牛时间长,且下降较经产牛平缓。结合产奶量看,高峰日仍有前移的空间,应加强干奶期、围产期和泌乳前期牛的营养和饲养管理,调节泌乳后期牛群的体况,调整干奶围产期牛群健康,对产后牛群实施精细化管理,新产牛平衡过渡,提高牛群的健康水平,提高高峰奶量;头胎牛高峰奶 34.6 kg,未达泌乳高峰理想目标值 37 kg,二胎高峰奶 41.6 kg,未达到二胎高峰奶目标值 47.5 kg,三胎及以上高峰奶 43.4 kg,也未达到三胎及眉目高峰奶目标值 50 kg,表明各胎次泌乳牛营养和饲养管

表 4 高峰奶、高峰日预警

胎次	奶牛数	高峰日/d		高峰奶量/kg		峰值比		
		实际值	目标值	实际值	目标值	实际值	目标值	
1	169	86	70~120	34.6↓	≥37	1:2	83.57↑	77~78
						1:3+	79.91↑	74~75
2	223	69	60~90	41.4↓	≥47.5	2:3+	95.61↓	96~97
≥2	595	68	/	42.6	/	1:2+	81.2↑	75~80
≥3	372	67	60~90	43.3↓	≥50	/	/	/

理存在较大问题，生产性能未能得到充分发挥，向前追溯，应该是干奶期、围产期和泌乳前期牛的营养和饲养管理出现问题。该场体细胞数较低，可排除乳房炎的影响，可从体况评分、育成牛饲养、产期的管护、泌乳早期营养、遗传、产后疾病并发症、挤奶不完全、干奶牛管理方面查找原因。

峰值比：一胎和二胎、一胎和二胎及以上、一胎和二胎及以上峰值比分别为 83.6%、81.2% 和 79.9%，均高于理想目标值的上限，表明一胎牛生产性能表现较好，使用了优质冻精，同时也说明二胎及以上牛未达到理想泌乳高峰，生产性能未充分发挥。建议考虑以下 4 个方面的因素：①奶牛产犊时体况是否合适。②奶牛产后是否发生胎衣不下、产后瘫痪、酮症、子宫炎、真胃移位等代谢性疾病，造成体况损失过多，限制奶牛达到高峰的能力。③日粮是否合理，能量是否充足。新产牛日粮旨在提供高水平的营养，在支持泌乳的同时也要维持足够的中性洗涤纤维（NDF），以促进瘤胃纤维和淀粉微生物之间的过渡。因此，在这些日粮中，粗饲料比例通常较高，建议选择优质豆科牧草作为粗饲料的主要来源。

二胎与三胎及以上牛的峰值比为 95.6%，略低于理想目标值的下限，说明二胎牛生产性能未充分发挥，未达预期高峰奶量，应检查营养和饲养管理是否存在问题。

2)泌乳持续力的预警。由表 5 可知，该场泌乳持续力较好，但高峰奶和高峰日未达理想值，这是奶牛获取高产另一种方法，虽然没有很高的高峰产奶量，但在整个泌乳期间保持较长时期的稳定水

平。这是该场保持较高产奶量的原因，但与较高的高峰奶和较早的高峰日相比，仍有较大的奶损失。

群体平均持续力正常范围是 95%~105%，高峰过后持续力的理想值为 93%~95%。泌乳持续力高，也表明前一阶段的生产性能未能充分发挥，大部分牛没有达到理想的泌乳高峰，应检查产犊时体况是否过肥或过瘦，前阶段日粮不平衡，干物质采集量不足，是否患乳房炎或代谢病；泌乳持续力低，表明目前日粮配方可能没有满足奶生产需要，日粮不平衡或缺乏能量，能量负平衡严重，牛只失重较多，或者乳房受感染、挤奶程序、挤奶设备等其他方面存在的问题。

#### 4.4 产奶量下降过快牛只比例的预警

正常情况下，泌乳高峰过后，荷斯坦奶牛每月产奶量下降幅度 7%左右，不应超过 10%，该牛场有 105 头牛产量下降幅度超 10%，达 13.7%，接近预警值<15%，应引起奶牛场场长与技术人员的注意，要高度重视此报告，结合泌乳天数和体细胞数，认真查找产奶量大幅下降的原因，通过泌乳天数观察判断奶牛是否因为发情等生理应激因素导致产奶量下降，通过体细胞数可分析判断奶牛是否患乳房炎、子宫炎等炎症疾病导致产奶量下降。因此，首先应检查数据记录是否有误，并委派兽医到牛舍实际查看牛只健康状况，找准原因及时解决。

具体到该场，从产奶量下降过快牛只明细表（表 6）可以看出，产奶量下降较大的 4 头牛只泌乳天数为 200 d 前后，应该不是发情因素导致，如果泌乳天数是 60~80 d，应结合发情监测系统 and 牛只

表 5 泌乳持续力预警

胎次分类	1~99 d			100~200 d			>200 d			全群	
	奶量	持续力		奶量	持续力		奶量	持续力		奶量	持续力
		实测	目标		实测	目标		实测	目标		
1	33.9	124.0	98	30.6	96.0	96	25.4	100.3	95	30.6	103.1
2	39.3	104.7	94	35.6	98.1	92	30.1	101.4	91	34.4	100.5
≥3	40.0	117.1	94	35.8	99.2	91	29.7	100.5	90	32.8	100.3

表 6 产奶量下降过快牛只比例的预警

牛头数/头	百分比/%	胎次	泌乳天数/d	体细胞数/(万/mL)	上次产奶量/kg	本次产奶量/kg	平均奶差/(kg/头)
105	13.74	2.6	199	22.1	38.37	29.42	8.99

注：本月“产量下降过快牛只”比例(参考值:<15%)。

趴跨情况综合判断是否因奶牛发情所致。

#### 4.5 泌乳天数大于 450 d 牛只比例的预警

泌乳天数大于 450 d, 表明奶牛的繁殖存在较大的问题, 应及时查找问题所在, 及时治疗, 存在繁殖障碍的及时淘汰, 一般来说, 牛群泌乳天数大于 450 d 牛只比例应小于 6%。

从表 7 可知, 该场泌乳天数大于 450 d 的牛只共有 64 头, 占泌乳牛数量的 8.4%, 超过 6% 预警值的 1.4 倍, 且这些牛平均泌乳天数高达 581 d, 最大泌乳天数高达 1 070 d, 应引起牛场场长和育种员高度警惕。首先应核查是否漏报胎次和产犊日期或多次发生早期流产, 如有流产应检查流产原因是否因霉变饲草料引起, 禁喂一切霉烂变质饲草料; 是否受机械损伤; 是否服用药物或受较大应激等; 若流产比例较大, 应加强布病等传染病的检疫和净

化。若非上述情况, 育种员应根据该报告对应牛号逐头检查繁殖功能是否正常, 并结合体细胞数和产奶量等查找泌乳天数超长的原因, 如果体细胞数高, 应检查是否由子宫炎或子宫内膜炎引起的繁殖障碍; 并检查干奶期、围产期和泌乳前期奶牛日粮维生素和矿物质是否满足生产和繁殖需要, 由于干奶期、围产期和泌乳前期奶牛转群频繁, 奶牛需不断适应新环境和新群体, 应激较大, 对维生素和矿物质的需求较多, 建议上述阶段日粮中加大维生素和矿物质的补充。对屡配不孕和久治不愈的牛只, 在产奶量低于 15 kg 时, 建议育肥后淘汰。

#### 4.6 体细胞数大于 50 万牛只比例的预警

数据(表 8)显示, 该场乳房炎控制较好, 体细胞数大于 50 万牛只比例为 8.8%, 小于预警值 <9%, 即患乳房炎牛只比例控制较好, 但这些牛的乳中体细

表 7 泌乳天数大于 450 d 牛只比例预警表

牛头数/头	百分比/%	胎次	泌乳天数/d	产奶量/kg	平均 SCC/(万/mL)	305 天预测奶量/kg
64	8.38 ↑	2.28	581	30.08	18	10121.93

注: 泌乳天数大于 450 d 牛只比例(参考值: <6%)。

表 8 体细胞数大于 50 万牛只比例预警

胎次分类	牛头数/头	百分比/%	泌乳天数/d	产奶量/kg	平均 SCC/(万/mL)	SCS	月奶损失/kg	305 d 预计奶量/kg
1	4	0.52	88	34.60	181.2	7.00	4.45	7 806.00
2	20	2.62	248	34.55	166.2	6.65	4.50	15 542.62
≥3	40	5.24	246	30.77	143.0	6.48	3.50	10 765.93
汇总	64	8.38	237	32.19	152.6	6.56	3.88	12 208.29

注: 本月“体细胞数大于 50 万牛只”比例(参考值: <9%)。

胞数较高, 且均在 140 万以上, 平均达 152.6 万/mL, 说明这些牛的炎症较重, 存在严重的奶损失。从胎次分类情况看, 头胎牛体细胞超 50 万的占 0.52%, 平均泌乳天数 88 d, 表明头胎牛泌乳前期体细胞数偏高, 应检查青年牛饲养管理是否到位、产犊时体重是否达理想体重、产犊难易程度、产道是否损伤, 应及时治疗; 2 胎和 3 胎及以上体细胞数超 50 万分别占 2.62% 和 5.24%, 平均泌乳天数 250 d 左右, 从泌乳天数判断应该是泌乳后期过度挤奶导致乳房组织受损所致。从产奶量看, 这些牛均是高产牛, 头胎牛产奶量达 34.6 kg, 305 d 预计奶量达 7 806 kg; 二胎产奶量 34.6 kg, 305 d 奶量达 15 542.6 kg; 三胎产奶量 30.8 kg, 305 d 奶量达 10 765.9 kg; 也表明经产牛生产性能未充分发挥, 与乳房炎有直接关系。兽医应根据本报告, 认真查找原因, 及时治疗, 彻底

治愈, 减少奶损失。从本月新增体细胞数大于 50 万牛只统计表看, 本月新增 59 头, 表明为新感染, 占本月体细胞数大于 50 万牛只比例的 92.2%, 牛场兽医应根据本报告逐头做 CMT 检查核实, 根据检查结果及时采取措施, 及时治疗, 降低奶损失, 因为及时发现、及时治疗是提高乳房炎治愈率的关键因素。将患有乳房炎的牛只及时隔离, 尤其是金黄色葡萄球菌、坏疽杆菌引起的乳房炎, 更应注重全面消毒, 最好不上奶厅挤奶, 如必须上奶厅挤奶, 则应放最后挤奶为好, 挤完应对挤奶员手臂、挤奶设备和环境彻底消毒, 防止大面积传染, 并制定全面有效的治疗方案, 科学施治, 有条件的可做病原菌分离培养和分型鉴定, 科学用药, 针对性治疗。

【责任编辑: 胡 敏】