开放科学（资源服务）
标识码（OSID）
扫一扫，了解文章更多内容

SANSHENG
BIOLOGICAL TECHNOLOGY

热应激期间繁殖障碍的诊断和治疗措施

李培明，李 强，郭志坚，付 畅，王 冬，马婧蕾

宁波三生生物科技股份有限公司，浙江宁波 315000

摘 要：本文综述了热应激对奶牛繁殖性能的影响及应对措施。热应激会导致奶牛受胎率、妊娠率降低，排卵失败、流产、卵巢囊肿风险增加，还会延长乏情期，影响产奶量，且损害具有积累性。热应激对繁殖的影响包括发情活动减弱、卵母细胞与胚胎发育受阻等。针对此，可通过胚胎移植（夏季鲜胚移植受胎率高于人工授精）、同期排卵技术（提升受胎率）、减少胚胎流失（如配种后注射布舍瑞林）、防治子宫炎（产后保健方案）及治疗卵巢疾病（如用谛诺、布舍瑞林等）等措施改善。同时，需结合防暑降温、营养调整等综合方法，以提高热应激期间奶牛繁殖率。

关键词：热应激；繁殖障碍；布舍瑞林；早期胚胎死亡

文章编号：1671–4393（2025）07–0031–07 DOI:10.12377/1671–4393.25.07.06

0 引言

夏季高温导致的热应激显著影响奶牛繁殖性能，具体表现为：繁殖率下降、乏情期延长（受孕率降低）、受胎率和妊娠率降低30%以上、排卵失败风险较冬季增加3.9倍、流产比例提高3.7~5.4倍，并伴随卵巢囊肿发生率上升[1]。同时，热应激还会引发嗜睡、过量饮水、采食量减少等异常行为，导致产奶量下降。据估算，美国奶业每年因热应激损失约10 亿美元[1]，而以色列2000—2017年数据显示，夏季奶牛第一情期受胎率（27.7%）显著低于冬季（42.6%）[2]。值得注意的是，热应激对奶牛的损害具有累积效应，即使环境温度恢复正常，其负面影响仍会持续较长时间，这是导致繁殖受胎率长期偏低的重要原因。针对这一问题，本文通过分析热应

作者简介：李培明（1977–），男，山东德州人，本科，研究方向为反刍动物繁殖技术及生理学；
李 强（1972–），男，江苏南通人，专科，研究方向为反刍动物繁殖与生理学；
郭志坚（1991–），男，黑龙江齐齐哈尔人，本科，研究方向为反刍动物繁殖与生理学；
付 畅（1988–），男，黑龙江齐齐哈尔人，本科，研究方向为临床兽医及畜牧兽医技术；
王 冬（1988–），男，山西临汾人，本科，研究方向为反刍动物繁殖技术及生理学；
马婧蕾（1995–），女，北京人，硕士，研究方向为畜牧兽医。

中国乳业线上阅读

激对繁殖性能的影响，提出从产后保健、同期发情流程、发情鉴定、输精程序及胚胎移植等方面改善受胎率的解决方案，并对热应激引发的子宫炎、卵巢疾病等繁殖障碍制定了“诊断优先、对症治疗”的应对策略。

1 热应激对奶牛的危害

1.1 热应激不同阶段对奶牛的影响

热应激是指动物在高温环境中，当体温调节能力超出自身代偿范围时，所引发的非特异性免疫应答反应[3]。在实际生产中，通常采用温湿指数（THI）作为奶牛热应激的判定指标，其分级标准为：非热应激（THI≤68）、轻度热应激（68<THI≤71）、中度热应激（71<THI≤76）和重度热应激（THI>76）[4]。

奶牛遭受热应激后，其生理反应可分为3 个阶段。**反应阶段**：应激初期，交感神经系统和肾上腺髓质被激活，引发心跳加快、血压升高等生理反应，同时动物会通过行为调整（如躲避热源）降低应激影响。**适应阶段**：若应激持续，下丘脑–垂体–肾上腺轴（HPA轴）被激活，导致内分泌和免疫系统功能紊乱，机体抵抗力下降。**衰竭阶段**：当应激强度过大或持续时间过长，机体能量储备耗尽，肾上腺素分泌不足，奶牛难以恢复稳态，最终可能因机能衰竭而死亡。

奶牛热应激的典型表现包括：行为异常（如攻击性增强）、生产性能下降（体重减轻、产奶量减少）、生理指标异常（体温升高、采食量降低）以及疾病易感性增加（胃肠炎、前胃迟缓、瘤胃臌气等）。此外，热应激还会导致死亡率上升，严重影响奶牛的健康和生产效率。

1.2 热应激对奶牛健康的影响

1.2.1 热应激影响奶牛产奶性能和繁殖性能

研究表明，当温湿指数（THI）超过68 时，奶牛即进入热应激状态，产奶性能显著下降。具体表现为：THI每升高1 个单位，日产奶量减少0.2 kg。此外，在妊娠21~30 天期间，THI每增加1 个单位（从55开始计算），胚胎死亡率将上升1.05%。在高温环境下，奶牛主要通过蒸发散热调节体温，但环境湿度增加会显著降低蒸发散热效率。目前普遍采用THI>68作为奶牛热应激的判定阈值。

热应激对奶牛繁殖性能的影响尤为显著。研究表明，当人工输精时子宫温度达到38.6 ℃时，每升高0.5 ℃会导致情期受胎率下降12.8%。由于子宫温度通常比直肠温度高0.2℃，因此当直肠温度超过38.9 ℃时，情期受胎率必然降低。这一现象早在30年前就已被西方学者发现并证实。

表1对比了人体和奶牛在热应激期间的关键参数差异。人体最适环境温度为26~28 ℃，相对湿度为45%~65%，最佳THI范围为59~70；而奶牛的最适环境温度较低（5~25 ℃），适宜相对湿度为50%~60%，最佳THI应控制在68以下。这些差异突显了奶牛对高温环境更为敏感的特性（图1）。

表 1 人体和奶牛热应激期间温湿指数对比

项目	人体	奶牛
最佳外界温度	26~28℃	5~25℃
最佳相对湿度	45%~65%	50%~60%
最佳温湿指数	59~70	≤ 68



图 1 奶牛热应激的表现

1.2.2 热应激抑制奶牛免疫系统

热应激会显著影响奶牛的免疫机能，主要表现为应激激素（如皮质醇）水平异常升高。这种激素水平的改变会直接抑制免疫细胞的活性，导致机体免疫功能整体下降。免疫抑制状态使得奶牛对病原微生物的抵抗力减弱，临床表现为呼吸道疾病和乳房炎等常见疾病的发病率显著上升。研究数据显

中国乳业线上阅读

示，夏季高温期间奶牛乳房炎发病率较常温季节可增加约15%。

在免疫抑制的同时，热应激还会引发奶牛能量代谢紊乱。持续高温环境会破坏机体正常的能量代谢过程，进而诱发酮病、脂肪肝等代谢性疾病。这类代谢障碍疾病具有病程长、治愈率低的特点，不仅严重影响奶牛健康状态，还会造成显著的经济损失。值得注意的是，免疫抑制和代谢紊乱往往会形成恶性循环，进一步加剧热应激对奶牛健康的危害。

1.2.3 热应激影响奶牛消化与代谢功能

在高温高湿的环境下，瘤胃微生物群落结构会发生显著改变，这种变化直接影响到粗纤维的分解效率。粗纤维是反刍动物重要的能量来源，其分解效率的降低无疑会对动物的营养吸收产生不利影响。同时，这种环境还会影响挥发性脂肪酸的生成，特别是乙酸和丙酸等关键脂肪酸的产量减少，这些脂肪酸在乳脂合成过程中起着至关重要的作用。因此，这一系列连锁反应会进一步加剧乳脂合成的障碍，对畜牧业生产造成不利影响。

另一方面，电解质紊乱同样是一个不容忽视的问题。在高温高湿环境中，动物体内水分和电解质的平衡容易被打乱，导致呼吸频率加快，二氧化碳排出过量。这不仅使得血液中碳酸氢盐、钠、钾等重要离子的浓度下降，还会破坏酸碱平衡，影响正常的生理功能。更为严重的是，电解质紊乱还会加重心肺的负担，使得动物更容易出现疲劳、呼吸困难等症状，对其健康和生产性能构成严重威胁。因此，必须高度重视高温高湿环境和电解质紊乱对畜牧业生产的影响，采取有效措施进行预防和治理。

1.3 热应激对奶牛繁殖的影响

热应激对奶牛繁殖系统产生多方面的不利影响，主要表现在以下方面：（1）**发情表现异常**。热应激导致发情活动显著减弱，表现为发情检出率降低至18%，排卵前循环雌二醇-17β升高幅度减少，同时伴有嗜睡、活动减少等症状。（2）**卵泡发育障碍**。热应激干扰卵母细胞正常发育，表现为卵泡优势化过程受阻、小卵泡数量异常增多，同时循环雌二醇-17β和卵泡雄烯二酮水平下降，卵泡类固醇合成减少并伴随促黄体生成激素降低。（3）**持续繁殖障碍**。即使在热应激结束后的初秋季节，繁殖率仍持续低下。这主要由于初级卵泡发育为优势卵泡需要约16 周时间，热应激的影响可持续至优势卵泡阶段。（4）**卵母细胞成熟异常**。热应激会中断卵母细胞成熟过程，导致核成熟受阻、异常纺锤体形成增多以及凋亡前核数量增加。（5）**受精能力下降**。虽然热应激不影响精子受精能力，但会损害卵母细胞成熟过程，最终导致受精率降低。（6）**胚胎发育受阻**。2~4细胞阶段的胚胎对热应激特别敏感，其发育障碍与自由基生成和抗氧化系统平衡的改变密切相关。（7）**产后奶牛易感性**。产后60~90 天的奶牛对轻度热应激尤为敏感，这一关键时期涉及围产期恢复、泌乳启动和卵巢功能重建，形成生理敏感期。（8）**繁殖功能延迟**。中度热应激即可延迟新产奶牛的卵泡发育，抑制雌二醇产生，推迟首次配种时间。这主要是通过抑制LH分泌和改变孕酮水平，干扰下丘脑-垂体-卵巢轴的重建过程[16]。

1.4 热应激期间提高繁殖效率的方案措施

1.4.1 胚胎移植

热应激不仅影响卵母细胞的发育，而且影响胚胎发育质量，尤其对非常早期的胚胎（小于6 d）影响较大，而6 d以后的胚胎则更耐热[5, 6]。

用来移植的胚胎可以在体内或体外生产，一般是发育到6~7 d的胚胎，可以冷冻存放也可以鲜胚移植。研究表明，夏季鲜胚移植受胎率比人工授精高9%~15%[7]，新鲜胚胎比冷冻胚胎移植受胎率高9%~12%[8]。因此，牧场夏季可以选择利用新鲜胚胎进行移植，是夏季提高受胎率的措施之一。表2是胚胎移植和人工授精受胎率的对比。

研究表明，胚胎移植技术可有效缓解热应激对奶牛繁殖性能的负面影响。西方国家的相关研究发现，7日龄胚胎（桑葚胚或囊胚阶段）表现出较强的

中国乳业生物技术

表 2 胚胎移植和人工授精受胎率的对比

环境温度	总头数	情期受胎率（%）					
		胚胎移植			人工授精		
		21 日	40 日	头数	21 日	40 日	头数
总况	637	47.6	29.2	（113）	18.0	13.5	（524）
<32 ℃	350	35.5	22.9	（48）	15.6	13.9	（302）
≥ 32 ℃	287	54.7	33.8	（65）	20.7	13.1	（222）

耐热应激特性。基于这一特性，在夏季高温季节采用胚胎移植技术可显著提高奶牛繁殖率。目前，发达国家已在该领域取得显著研究成果，并成功应用于生产实践（表3）。

尽管应用胚胎移植可在酷夏显著改进繁殖率，但因受胚胎来源限制，当前尚无法在生产实际大规模应用。将来如能有效改进体外受精胚胎生产效率和提高其移植存活率，则可在酷夏普遍应用这一技术。

1.4.2 同期发情方案的应用效果

针对同期排卵技术能否缓解热应激对繁殖率的影响，西方学者进行了系统研究并得出以下结论：1）单独使用HCG或生长激素未能改善繁殖效果；2）在人工输精时及输精后第12天分别注射GnRH或布舍瑞林，可将妊娠率提升至35.4%。

在高温季节，奶牛常表现为乏情或隐性发情，传统的发情观察和电子计步器监测方法往往难以准确识别，导致配种时机延误。采用同期发情–定时输精技术可有效解决这一问题，通过制定科学的同期化方案，对未孕牛群进行集中处理，显著提高受胎率。发达国家的实践证实该技术在热应激季节的应用价值，表4展示了国内某企业集团的应用数据。

1.4.3 减少胚胎损失

有学者对1980年和2006年英国荷斯坦牛早期胚胎丢失的情况进行了统计，发现奶牛在正常配种后约有10%受精失败，早期胚胎丢失率从1980年的25%上升到2006年的55%，而配种28 d 后的胚胎丢失率没有发生显著变化，一直稳定在7%左右[9, 10]。Dailey等[11]研究发现，胚胎存活率在配种后 1～4 d内为78%，20 d为38%，28~29 d为26%，36~42 d 为31%，最终成功

表 3 美国加州 1 家荷斯坦注册良种奶牛 2021 年 1 月 29 日至 8 月 27 日总共 14 次 IVF 鲜胚移植成功率记

移植日期	1/29	2/12	2/26	3/13	3/26	4/9	4/23	5/7	5/21	6/4	6/18	7/30	8/13	8/27	合计
移植数	52	48	20	30	20	30	30	30	30	33	45	60	70	85	583
妊娠数	27	25	14	16	11	19	19	11	13	17	30	30	38	43	313
妊娠率（%）	52	52	70	53	55	63	63	37	43	52	67	50	54	51	54

数据来源：张廷青老师

表 4 国内某集团牧场的应用数据

实验编号	处理	头数	分娩至首次配种天数	首次配种妊娠率（%）	产后 90 天妊娠率（%）	产后 120 天妊娠率（%）
1	发情后配种	184	82	13	10	30
	同期排卵	169	72	14	17	33
2	发情后配种	35	58	9	14	37
	同期排卵	35	52	11	34	63
3	注射前列腺素	156	91	5	–	17
	同期排卵	148	59	14	–	27
4	选择性同期排卵	128	–	32	18	–
	同期排卵	207	–	33	33	–

中国乳业线上阅读

产犊的奶牛仅占30%。因此，针对奶牛胚胎早期死亡现象的深入研究，并据此制定有效的应对措施，对于提升奶牛养殖业的生产效率和经济效益具有重大意义[12]。

图2是35 天的早期胚胎死亡。影响胚胎存活的关键因素分析包括：**一是内在影响因素**：a）染色体异常；b）雌激素水平波动；c）黄体功能状态；d）黄体期持续时间；e）卵泡发育状况；f）排卵卵泡直径大小。**二是外在影响因素**：a）热应激环境；b）日粮蛋白质含量；c）维生素及矿物质平衡；d）围产期管理；e）整体营养状况；f）能量摄入水平；g）脂肪酸组成



图 2 35 天的早期胚胎死亡

孕酮在维持妊娠过程中发挥多重关键作用：a）促进子宫内膜腺体发育，为胚胎着床创造适宜环境，着床后促进胎盘形成，同时降低子宫兴奋性以保障胎儿发育；b）选择性抑制子宫收缩，在不影响胎儿正常生长的前提下维持妊娠；c）通过调节子宫肌细胞膜离子通道，降低子宫对外界刺激的敏感性，发挥保胎效应；d）最新研究证实，孕酮可通过膜受体介导的细胞信号转导，参与调控卵母细胞成熟、精子顶体反应、妊娠维持及分娩启动等生殖过程[13，14]。

为了提高充足孕酮保证胚胎安全着床，在配种后第12天注射安诺其（布舍瑞林）20可降低早期胚胎死亡率提高“受胎率”。图3和表5是一诺千金执行方案和试验数据。结果表明，配种后第12天肌注安诺其（布舍瑞林）能够有效降低奶牛配种后的早期胚胎损失，提高配种后的受孕率。验证了夏季热应激期间执行一诺千金方案可以有效提高繁殖效率。



图 3 一诺千金执行方案

2 热应激繁殖障碍的诊断及治疗方案

2.1 子宫疾病

子宫疾病常见的为子宫内膜炎、子宫积脓积液、子宫增生物（图4）。

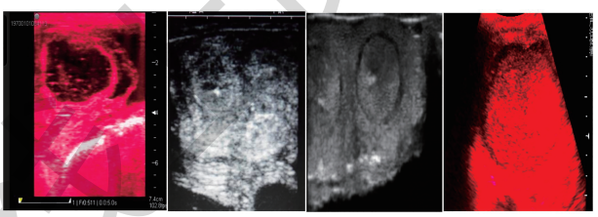


图 4 子宫疾病 B 超呈像

子宫内膜炎、子宫积脓积液的诊断及病况分析。导致子宫感染的主要因素包括：牛舍卫生条件差、母牛分娩异常（如死胎、流产）、胎衣不下、阴道脱出、助产操作不当等产科问题，以及产后子宫复旧迟缓、宫缩无力、恶露排出障碍等生理异常，还包括不当的子宫药物灌注等医源性因素。这些因素共同导致子宫感染，引发积脓、积液等病变，造成子宫生殖生理功能紊乱。随着局部自净功能和抗病能力下降，子宫炎症会进一步向深层组织发展。

治疗及预防方案。预防方面，可采用氨基丁三醇前列腺素肌注方案（5 mL/次），实施3 针保健程序。该药物能增强子宫平滑肌的收缩舒张节律，有

表 5 一诺千金方案试验数据

牧场（座）	试验时间	分组	试验头数（头）	妊娠头数（头）	受胎率（%）	流产头数（头）	流产率（%）
北方牧场（5）	7—9 月	试验组	326	124	38.04	19	15.32
		对照组	341	112	32.84	22	19.64
南方牧场（6）		试验组	478	162	33.89	35	21.60
		对照组	521	146	28.02	42	28.77

中国乳业杂志阅读

效促进恶露和炎性渗出物的排出，从而加速子宫恢复进程。

子宫病变往往会反馈性影响卵巢功能，最常见表现为持久黄体。氨基丁三醇前列腺素能有效溶解黄体，恢复卵巢正常机能，重建发情周期，进而通过反馈调节改善子宫生殖功能，增强自净能力，逐步缓解并最终治愈炎症。对于重症病例，可配合使用消毒防腐药进行子宫冲洗，并联合广谱抗生素治疗。

2.2 卵巢疾病

常见的卵巢疾病包括：卵泡囊肿、黄体囊肿、排卵延迟、卵巢静止、持久黄体（图5）。

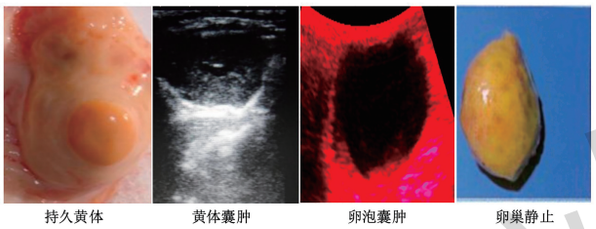


图 5 卵巢疾病 B 超呈像

2.2.1 持久黄体、黄体囊肿

病情分析：热应激母牛胎衣滞留，子宫积脓积液，或木乃尹、死胎等子宫生殖生理异常；脑垂体分泌FSH过少，LH过多持续分泌，就易出现持久黄体。

治疗方法：注射氨基丁三醇5 mL（谛诺）可连续注射两天每天1 次，可迅速溶解黄体，血液中孕酮水平急剧下降，在48~96 h内有新的优势卵泡发育可引起发情。

2.2.2 卵泡囊肿

病情分析：夏季高温，母牛营养不良，运动不足，矿物质、维生素缺乏、微量元素缺乏，能量蛋白比失调，导致垂体分泌FSH过多、LH不足；植物性激素或雌激素的摄入，导致垂体过早释放LH，而使卵泡成熟时LH不足导致泡无法排卵，引起卵泡囊肿。

治疗方法：肌注布舍瑞林20 单位或GnRH生源200 μg/次，连用2 d；也可放置阴道栓（喜达）的方案，放置7~9 d。

2.2.3 卵巢静止

病情分析：子宫小而柔软，无异常，两侧卵巢小，卵巢缺乏活力，检查发现没有成熟卵泡，无排卵现象，没有黄体，多由于饲养管理不当导致的营养不良，维生素、微量元素缺乏，产奶量高而致体况虚弱，运动不足，致使卵巢缺乏活力，引起不发情。

治疗方案：用定时输精程序或双同期处理，也可使用阴道栓加定时输精0789程序处理（图6）。



图 6 治疗方案流程

3 小结

夏季高温对奶牛繁殖机能的影响是多层次的系统性损害：在行为层面抑制发情表现，降低发情检出率；在生理层面导致排卵延迟、卵泡发育异常及产后子宫复旧延迟；在细胞层面损害卵母细胞质量和早期胚胎发育潜能。为应对这些不利影响，需建立包含环境调控（风扇–喷淋系统等物理降温）、营养调控（优化日粮能量蛋白比，补充关键营养素）和繁殖管理（同期发情–定时输精技术）的综合防控体系。值得注意的是，持续高温会引发卵巢功能紊乱，表现为排卵周期异常、卵泡发育障碍和卵母细胞质量下降，统计显示夏季受孕率较秋冬季节降低30%~40%。因此，建议通过建立基于智能化环境监控、个性化营养方案和标准化繁殖程序的精准管理体系，在热应激条件下实现繁殖效率的稳定提升，为产业可持续发展提供保障。因此，针对夏季高温对奶牛繁殖机能的影响，我们需要采取更加科学、合理的措施进行应对，以提高奶牛的繁殖效率和生产能力，为奶牛养殖业的可持续发展提供有力保障。

中国乳业线上阅读

参考文献

[1] St-Pierre N R，Cobanov B，Schnitkey G. Economic losses from heat stress by US livestock industries[J]. Journal of Dairy Science，2003，86：E52-E77.

[2] Wolfenson D，Roth Z. Impact of heat stress on cow reproduction and fertility[J]. Animal Frontiers，2019，9（1）：32-38.

[3] Bernabucci U，Lacetera N，Baumgard L H，et al. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants[J]. Animal，2010，4（7）：1167-1183.

[4] Rodriguez-Venegas R，Meza-Herrera C A，Robles-Trillo P A，et al. Effect of THI on milk production，percentage of milking cows，and time lying in Holstein cows in northern-arid Mexico[J]. Animals，2023，13（10）：1715.

[5] Ealy A，Drost M，Hansen P. Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows[J]. Journal of Dairy Science，1993，76：2899-2905.

[6] Sakatani M，Kobayashi S，Takahashi M. Effects of heat shock on in vitro development and intracellular oxidative state of bovine preimplantation embryos[J]. Molecular Reproduction and Development，2004，67：77-82.

[7] Demetrio D，Santos R，Demetrio C，et al. Factors affecting conception rates following artificial insemination or embryo transfer in lactating Holstein cows[J]. Journal of Dairy Science，2007，90：5073-5082.

[8] Al-Katanani Y，Drost M，Monson R，et al. Pregnancy rates following timed embryo transfer with fresh or vitrified in vitro produced embryos in lactating dairy cows under heat stress conditions[J]. Theriogenology，2002，58：171-182.

[9] Diskin M G，Murphy J J，Sreenan J M. Embryo survival in dairy cows managed under pastoral conditions[J]. Animal Reproduction Science，2006，96（3-4）：297-311.

[10] Wijma R，Stangaferro M L，Kamat M M，et al. Embryo mortality around the period of maintenance of the corpus luteum causes alterations to the ovarian function of lactating dairy cows[J]. Biology of Reproduction，2016，95（5）：112.

[11] Dailey R A，Inskeep E K，Lewis P L. Pregnancy failures in cattle：A perspective on embryo loss[C]// Proceedings of the 18th International Conference on Reproduction of Farm Animals. Slovakia，2002：1-8.

[12] 郭志坚，李强. 布舍瑞林在奶牛繁殖生产中的应用[J]. 中国乳业，2025（6）：14-20.

[13] Cope D I，Monsivais D. Progesterone receptor signaling in the uterus is essential for pregnancy success[J]. Cells，2022，11（9）：1474.

[14] Mirihagalle S，Hughes J R，Miller D J. Progesterone-induced sperm release from the oviduct sperm reservoir[J]. Cells，2022，11（10）：1622.

Diagnosis and Treatment Measures of Reproductive Disorders During Heat Stress

LI Peiming，LI Qiang，GUO Zhijian，FU Chang，WANG Dong，MA Jinglei
Ningbo Sansheng Biological Technology Co.，Ltd.，Ningbo Zhejiang 315000

Abstract：This paper reviewed the effects of heat stress on dairy cow reproductive performance and corresponding countermeasures. Heat stress can lead to reduced conception and pregnancy rates，ovulation failure，increased risks of abortion and ovarian cysts，prolonged anestrus periods，decreased milk production，and cumulative damage. Its impact on reproduction includes weakened estrus activity and impaired oocyte and embryo development. To address these issues，measures such as embryo transfer （fresh embryo transfer in summer yields higher conception rates than artificial insemination），ovulation synchronization techniques （improving conception rates），reducing embryonic loss （e.g.，administering buserelin after breeding），preventing and treating metritis （postpartum health protocols），and managing ovarian disorders （e.g.，using Dinoprostone，buserelin，etc.） can be implemented. Additionally，comprehensive approaches such as heat stress mitigation and nutritional adjustments are essential to enhance dairy cow reproductive efficiency during heat stress.

Keywords：heat stress；reproductive disorders；buserelin；early embryonic death

中国乳业线上阅读