

الإجهاد الحراري

الحرارة: Heat

تعد الحرارة المحيطة عاملاً مهماً في عملية المحافظة على الاتزان الحراري داخل الجسم، وتُعرّف الحرارة التي تُمكن الحيوان من القيام بنشاطاته الفيزيولوجية بكفاءة عالية بدرجة الحرارة المثلى Normalthermia وانخفاض حرارة الجسم عن الحرارة المثلى يؤدي إلى إبطاء العمليات الأيضية وانخفاض كمية الطاقة التي يستخدمها الحيوان للنشاط والتكاثر، أما الارتفاع الحراري فإنه يؤدي إلى جعل التفاعلات الأيضية غير متزنة وتتعدّل التفاعلات الأنزيمية أو تتلف ويتم الحفاظ على درجات حرارة الجسم ثابتة عن طريق التوازن الدقيق ما بين إنتاج الحرارة وما بين فقدها.

إنتاج الحرارة: Production of heat

يتم إنتاج الحرارة داخل الجسم من خلال آليات عديدة أهمها العمليات الأيضية التي تجري داخل الخلايا الحية التي بمجملها تعرف بمعدل الأيض الأساسي الذي يعني الحد الأدنى من الطاقة الضرورية لبقاء الفرد على قيد الحياة إذ تؤدي العمليات الأيضية التي تشمل عملية الهدم في الخلايا إلى إطلاق الطاقة منها بشكل مستمر، والطاقة الناتجة يُستفاد منها في إنجاز عمل يساعد الجسم على القيام بالأفعال الحيوية المختلفة، لكن عملية تحويل الطاقة إلى شغل ليست كاملة الفعالية، فالجسم كفاءته في تحويل الطاقة المخزونة في المواد الغذائية إلى شغل لا تزيد عن ٢٠%، أما الباقي وهو ٨٠% فيتبدد في الجسم على شكل حرارة.

وهناك العديد من العمليات الأيضية تحدث عن طريق الانقباضات للعضلات الهيكلية، إذ إن تقلصها من شأنه أن يزيد من إنتاج الحرارة عن طريق تأثيره غير المباشر في معدل الأيض إذ تؤدي العضلات الهيكلية دوراً أساسياً في توليد الحرارة بسبب وزنها الكبير بالنسبة للجسم.

كما يزداد معدل الأيض لشخص ما في حالة الراحة أثناء التهامه للغذاء، ويبقى مرتفعاً بعد ذلك عدة ساعات، وتدعى هذه الظاهرة الفعل الديناميكي النوعي للغذاء أو توليد الحرارة المستثار بالغذاء Food-induced thermogenesis.

هناك عوامل أخرى تعد ثانوية في معدل الأيض ومنها الجنس والعمر وحجم الجسم، فمثلاً كلما قل العمر ازداد معدل الأيض، إذ أنه عند الأطفال يزداد معدل الأيض بمقدار مرتين عن ما هو عند الكبار، وهذا يرجع إلى أن نمو الأطفال يحتاج إلى كميات متزايدة من الطاقة الكيميائية من أجل بناء المركبات الكيميائية اللازمة لبناء المركبات العضوية لانقسام الخلايا، إضافة إلى دور الجنس

ومدى تأثيره في الأيض حيث أن النساء أقل أيضاً من الرجال، وقد يرجع ذلك إلى وجود بعض الأنسجة غير النشطة عند النساء.

فقدان الحرارة: Heat loss

تتكون معظم الحرارة في الجسم من الأعضاء أو الخلايا الموجودة في الجزء العميق من الجسم وخاصة في الكبد والقلب والعضلات والدماغ ومن ثم تحول هذه الحرارة من الأعضاء العميقة إلى الأنسجة ثم إلى الجلد، إذ تُفقد إلى الهواء وكل ما يحيط بالجسم، ولهذا فإن سرعة فقدان الحرارة تعتمد على عاملين هما: السرعة التي يتم بها توصيل الحرارة من مكان توليدها في أعماق الجسم إلى الجلد، والسرعة التي يمكن بها تحويل الحرارة من الجلد إلى المحيط وهذا يتم بعدة طرق، أهمها التوصيل والتبخر.

التنظيم الحراري: Thermoregulation

يُعرف التنظيم الحراري بأنه إدامة حرارة الجسم ضمن الحدود الطبيعية أو ضمن الحالة المتزنة (التوازن بين الحرارة المكتسبة والحرارة المفقودة).

إذ أن درجة حرارة جسم اللبائن تختلف من يوم إلى يوم ومن وقت إلى آخر، ولكن هذا التغير عادة ليس بالتغير الكبير إذ أنه يتراوح بين -1 + 1 درجة مئوية، وتقسم آليات تنظيم الحرارة إلى آليات إجبارية في توليد الحرارة وآليات اختيارية في توليد الحرارة، فالأولى تشير إلى أن عملية التنظيم تتم عن طريق الطاقة التي تحرر على شكل حرارة نتيجة فعاليات الخلايا والأعضاء المختلفة والجزء الأكبر من تلك الحرارة تُجهز بوساطة معدل الأيض الأساس الذي يشير إلى أقل معدل من الطاقة لأجل إدامة العمليات الحيوية، ومن ثم تعمل على تسخين أو تدفئة الجسم، أما الآليات الاختيارية فهي الحرارة التي تتولد نتيجة حدوث تغير في البيئة الخارجية أو المحيط ويمكن تقسيم التنظيم الحراري إلى:

التنظيم العصبي للحرارة: Neural thermoregulation

تعد منطقة تحت المهاد Hypothalamus في الدماغ المركز الرئيسي لتنظيم الحرارة، وتلعب دوراً مهماً في تكامل المعلومات الحرارية، إذ إن تحت المهاد تحتوي ثلاثة أنواع من الخلايا هي الخلايا الحساسة للبرودة Cold sensitive cell وخلايا حساسة للحرارة Warm sensitive cell وخلايا غير حساسة Insensitive cells.

إن المعلومات أو الإشارات الواردة من الجلد أو الأحشاء التي تدل على حدوث تغير في درجة الحرارة تُنقل عبر المستقبلات الحرارية الواردة إلى مركز التنظيم الحراري الموجود في تحت المهاد، الذي يقوم باستقبال تلك المعلومات ليكون الاستجابات المناسبة لها من حيث الاستجابات المضادة للارتفاع الحراري والمضادة للانخفاض الحراري، حيث تُنقل تلك الاستجابات من مركز

تكامل المعلومات عبر الأعصاب الودية أو الجسمية إلى الأعضاء المختلفة لتمنع التغيير الحاصل في درجات الحرارة.

وتقسم منطقة تحت المهاد إلى منطقتين منظمتين لدرجة حرارة الجسم وهما المنطقة الأمامية وهي مركز فقدان الحرارة والمنطقة الخلفية وهي مركز الإنتاج الحراري، فعند ارتفاع درجة حرارة الجسم فإن درجة حرارة الدم يتم تحسسها بواسطة مستقبلات حرارية موجودة في تحت المهاد في المنطقة الأمامية التي تعمل بميكانيكيتين:

الأولى تحفيز الغدد العرقية على إفراز العرق والتخلص من الحرارة الزائدة، والثانية هي تنشيط الدورة الدموية الوريدية لتقل في مركز الجسم وتزداد عند سطح الجسم (عند الجلد) وبالتالي يفقد الجسم الحرارة من الجلد، أما عند انخفاض درجة حرارة الجسم فإن درجة حرارة الدم يتم تحسسها بواسطة مستقبلات حرارية موجودة في تحت المهاد في المنطقة الخلفية التي تعمل بميكانيكيتين أيضاً: الأولى تحفيز المنطقة الخلفية للعضلات الهيكلية للارتجاج من أجل إنتاج الحرارة والثانية تنشيط الدورة الدموية الوريدية لتقل في سطح الجسم وتزداد عند مركز الجسم ومن ثم يمنع فقدان الحرارة من الجلد.

التنظيم الحراري الهرموني: Hormonal thermoregulation

تعد الغدة الدرقية من الغدد المهمة والرئيسية في تنظيم درجة حرارة الجسم، وللتغيير في درجة حرارة المحيط الخارجي أهمية في تغيير إفراز هرمونات الدرقية التي تؤدي الدور المهم في تغيير معدل الأيض الأساس الذي من شأنه أن يؤدي إلى تغيير في درجة حرارة الجسم.

فمن المعروف أن هرمونات الغدة الدرقية تؤثر في عمليات تنظيم درجات الحرارة وتكيفها مع الوضع الحالي، إذ إن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى انخفاض إفراز هرمونات الدرقية وبالتالي سوف يقلل من معدل الأيض الذي له الدور الرئيسي في إنتاج الحرارة ويرافق ذلك قلة في إفراز هرموني النمو Growth hormone والبرولاكتين Prolactin، كما أن هرمونات محور تحت المهاد - النخامية - الدرقية (HPT) Hypothalamic – Pituitary – Thyroid تؤدي دوراً مهماً في تنظيم درجة الحرارة من حيث تأثيرها الأساسي والمباشر في الثيروتروبين الهرمون المحفز لإنتاج هرمونات الدرقية الذي يعمل بشكل انتقائي وتلقائي على هرمونات الدرقية، إذ أنه يعمل على تنظيم كل مراحل تخليق وإفراز هرمونات الدرقية، ففي حالة القلق سوف تؤدي إلى زيادة إنتاج الحرارة، إذ إن هرمونات الدرقية ستكثف عمليات الهدم الأيضية وتؤثر في أيض الدهون والكاربوهيدرات.

التنظيم السلوكي للحرارة: Behavioral regulation of heat

الحيوانات التي تعيش في البيئات الباردة تحافظ على درجة حرارة جسمها عن طريق منع فقدان الحرارة، ففراؤها ينمو بصورة أكثر كثافة لزيادة كمية من المواد العازلة، وفي الإنسان مثلاً في حالة التعرض للجو البارد تزداد عنده الرغبة في ارتداء الملابس الثقيلة والمتكونة من عدة طبقات حتى تزداد قدراته على العزل لمنع الفقد الحراري ويحاول الجلوس في أماكن بعيدة عن التيارات الهوائية، أما بالنسبة للحيوان فنجد أن الحيوانات تتجمع بجوار بعضها بطريقة متداخلة ومتلامسة مع بعضها البعض وفي ركن بعيد عن الهواء في الحظيرة.

الإجهاد الحراري: Heat stress

الإجهاد الحراري يشير إلى مدة قصيرة ومفاجئة وعالية أو مدة طويلة مزمنة للغاية من التعرض لدرجة الحرارة، كما أن الإجهاد الحراري يشير إلى تمديد أوقات درجات الحرارة المرتفعة، ومن العوامل التي تؤدي إلى الإجهاد الحراري هي ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة، والتعرض المباشر للشمس والحرارة، والمجهود البدني، وبعض الأدوية، والتعرض للأماكن الساخنة.

كما أن الإجهاد الحراري يشير إلى الجمع بين كل العوامل التي تؤدي إلى اكتساب الحرارة وفقدانها في الجسم، أو أن الإجهاد الحراري هو القوة التي تُحمّل على الجسم على المستوى الخلوي، ويشمل الإجهاد الحراري الإرهاق الحراري والصدمة الحرارية الناتجة من ارتفاع الحرارة ومخاطر صحية تحدث نتيجة الإجهاد الحراري التي تسبب توتراً مستمراً غير مريح، إذ يحدث فيه زيادة في درجة حرارة الجسم درجتين عن حرارة الجسم الاعتيادية.

التغيرات الهرمونية أثناء الإجهاد الحراري: Hormonal change during heat stress

للإجهاد بصورة عامة والإجهاد الحراري بصورة خاصة التأثير الأكبر على الجهاز الصمي Endocrine system الموجود في الجسم وخاصة في الهرمونات التي تلعب دوراً مهماً في الإنتاج والفقد الحراري، ومن المسلمات أن الإجهاد البيئي ومن ضمنه الإجهاد الحراري لديه القدرة على تنشيط محور تحت المهاد – النخامي – الكظري القشري – Hypothalamo Pituitary - Adrenal (HPA) ومحور لب الكظري – السمبثاوي – Sympatho Adrenal medullary (SA) وهذا يؤدي إلى زيادة تركيز هرمون الكورتيزول في البلازما، وأقل في كثير من الأحيان زيادة الأبنفيرين والنورابنفيرين في البلازما المجهدة حرارياً.

كما أن الإجهاد الحراري يؤدي إلى انخفاض وزن المواليد من العجول، ويرتبط ذلك بانخفاض تركيز الأسترون Esterone وارتفاع تركيز البروجسترون Progesterone في البلازما في الحيوانات المجهدة حرارياً، كما أن التعرض لدرجة الحرارة المرتفعة قصيرة الأمد يؤدي إلى

حدوث ارتفاع في الكورتيكوستيرون والكاتيكولامينات، كما وجد أن هناك زيادة في البرولاكتين وانخفاض في الالدوسترون في حالة الإجهاد الحراري.

Hematological changes during heat stress: التغيرات الدموية أثناء الإجهاد الحراري

يعد الدم من الأنسجة الضامة المتخصصة وأهم السوائل الجسمية الذي تدور فيه خلايا الدم المختلفة، فضلاً عن ذلك يعد الدم مقياساً لتحديد التغيرات التي تحدث في الجسم سواء كانت فيزيولوجية أو مرضية، وإن أي انحراف في الفعاليات الفيزيولوجية للجسم ينعكس على مكونات الدم وخواصه، ومن هذا فإن الإجهاد بكافة أنواعه له تأثيرات عديدة في المكونات الخلوية للدم، حيث لوحظ وجود انخفاض في عدد كريات الدم الحمراء في الحيوانات التي تتعرض لدرجة حرارة بيئية عالية، ويعود ذلك إلى حالة التدمير التي تصيب كريات الدم الحمراء في درجة حرارة ٤٢ درجة مئوية.

كما يُلاحظ انخفاض في تركيز الهيموغلوبين في دم العجول المعرضة لدرجات الحرارة العالية لأوقات طويلة.

Immunological changes during heat stress: التغيرات المناعية أثناء الإجهاد الحراري

إن الإجهاد يستطيع أن يغير أو يعدل الوظيفة المناعية بواسطة بعض الآليات المتاحة، وإحدى تلك الآليات تتضمن تغيرات في الجهاز الصمي والتي تتبعها تحورات في الوظيفة المناعية، وقد وجد عند بعض أنواع الحيوانات أن درجة حرارة الموسم مع الحرمان من الماء أدت إلى تغير معنوي في صفات الدم الخلوية.

وبالمجمل الاجهاد الحراري يؤدي إلى انخفاض في العدد الكلي لكريات الدم البيضاء.

Antioxidant changes during heat stress: التغيرات في مضادات الأكسدة أثناء الإجهاد الحراري

إن حالة الإجهاد تقود إلى تكوين الجذور الحرة بشكل مفرط والتي تعد العامل الأساسي لحدوث تهديد التوازن في الاستتباب الداخلي للخلايا، والإجهاد البيئي ومن ضمنه الإجهاد الحراري هو الظاهرة التي تسبب بشكل رئيسي الإجهاد التأكسدي وخلالاً في حالة مضادات الأكسدة.

كما أن توليد الجذور الحرة يؤدي إلى الإجهاد التأكسدي، والزيادة في أكسدة الدهون مترامنة مع زيادة تكوين الجذور الحرة، وإن العوامل الخارجية ومن ضمنها الحرارة يمكن أن تسبب زيادة في الجذور الحرة (Reactive Oxygen Species (ROS) وهو ما يقود إلى الإجهاد التأكسدي،

وقد وُجد أن الإجهاد الحراري يزيد من أكسدة الدهون التي تتزامن مع توليد الجذور الحرة والتي تكون قادرة على بداية أكسدة الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة، وإن مضادات الأكسدة سواء كانت الأنزيمية أو غير الأنزيمية لها أهمية كبيرة للجسم للدفاع ضد الجذور الحرة الناتجة من الإجهاد التأكسدي المتولد بسبب التعرض للحرارة، وقد وُجد عند بعض الحيوانات التي تعرضت للإجهاد الحراري انخفاض في مستويات فيتامين E وفيتامين C.

Biochemical changes during heat stress

إن المعايير الكيموحيوية إحدى المؤشرات المهمة على مدى الحالة الصحية للكائن الحي من النواحي الأنزيمية والأيضية التي تتأثر بشكل أو بآخر بما يتعرض له الفرد من حالات الإجهاد المختلفة، إذ إن تعريض الكائن الحي إلى أنواع مختلفة من الإجهاد يؤدي إلى تكوين بروتين الصدمة الحرارية (Heat Shock Protein (HSP)، إذ يشمل هذا الإجهاد التعرض لدرجات الحرارة العالية والمواد الكيماوية المختلفة مثل الإيثانول والزرنيخ والسموم والمعادن الثقيلة كما يتكون هذا البروتين في حالة احتباس الدم ونقص الأوكسجين.

الاستجابات التي تحدث عند تعرض الحيوان للإجهاد (أعراض الأقامة العامة) :General Adaptation Syndrome أو GAS:

تقسم هذه الأعراض العامة إلى ثلاث مراحل:

مرحلة الإنذار Alarm Reaction:

عند تعرض الحيوانات إلى إجهاد مؤذ فإنها تظهر بعض ردود الفعل الكيمائية والجسمية، مثل ارتفاع معدل التنفس، درجة حرارة الجسم، سكر الدم.. وهذه الاستجابات الهدف منها مقاومة الإجهاد، والأعراض المصاحبة لهذه المرحلة هي: زيادة نشاط قشرة الغدة الكظرية (Adrenal cortex gland) وارتفاع في درجة حرارة الجسم، وتستمر هذه المرحلة في الغالب ٤٨ ساعة.

مرحلة المقاومة: Stage of resistance:

إذا استمر المنبه أو الجهد المبذول فإن تفاعلات الإنذار تكون مثارة بشكل مستمر، ويدخل الحيوان مرحلة المقاومة، فيزيد إنتاج الغدة النخامية (Pituitary gland) هرمون ACTH وهذا الهرمون ينشط قشرة الغدة الكظرية لإفراز الهرمونات السكرية القشرية (Glucocorticoids) مما يساعد الحيوان على التكيف على الإجهاد من خلال الغذاء المدخر لفترة طويلة في مخازن الجسم عن طريق تكوين الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية بعملية تسمى (Gluconeogenesis). استمرار التعرض للإجهاد يؤدي إلى تكوين مناعة عند الحيوان ويتأقلم مع الوضع الجديد، أو باستمرار التعرض للإجهاد ينتج عنه انخفاض في المقاومة والدخول في المرحلة الأخرى.

مرحلة الإرهاق **Stage of exhaustion**

إذا كان الإجهاد مستمراً ليصبح قوياً وليس من السهل التخلص منه سوف يدخل الحيوان مرحلة الإرهاق والاستنزاف وإنَّ النتيجة النهائية قد تكون الموت.

أثر درجة الحرارة على الوظائف الفسيولوجية:

تتراوح درجة حرارة الجسم في الماشية ما بين ٩٨ إلى ١٠٢ درجة فهرنهايت (حوالي ٣٦.٧-٣٨.٩ م°)، وتعتبر ودرجة حرارة الجسم هذه عن التوازن الحاصل بين الحرارة المتولدة في جسم الحيوان نتيجة لعمليات التحول والتمثيل الغذائي التي تحدث للغذاء الذي يتناوله الحيوان، والحرارة المفقودة من جسم الحيوان والتي تمثل الطاقة الزائدة عن احتياجات الحيوان لأداء العمليات الفيزيولوجية المختلفة ومن ضمنها إنتاج اللبن واللحم.

وفي أشهر الشتاء والتي تقل فيها درجة الحرارة عن ٢٤ م° فأقل فإن الماشية تستخدم هذه الحرارة الزائدة في الإبقاء على درجة حرارة جسمها حول المعدل السابق ذكره، أما في أشهر السنة الحارة فإن الحرارة الزائدة عن احتياجات الحيوان تعتبر عبئاً عليه يجب التخلص منه.

والماشية تلجأ إلى التخلص من حرارة أجسامها عن طريق:

١. الإشعاع
٢. التوصيل الحراري
٣. تيارات الحمل والانتقال
٤. البخر عن طريق الغدد العرقية

وعندما ترتفع حرارة البيئة المحيطة بالحيوان ويقل الفرق بين حرارة جسم الحيوان وحرارة الجو المحيط به فإن مقدرة الحيوان على التخلص من حرارة الجسم الزائدة تقل، وباستمرار ارتفاع درجة حرارة الجو المحيط تقل قدرة الحيوان على التخلص من الحرارة والتي يهيئها له جهازه الفيزيولوجي مثل التبخير عن طريق الغدد العرقية أو اللهث والذي يتم عن طريق الجهاز التنفسي أو سقوط الغطاء الشعري.

وفي الواقع فإن الحيوان حينما يعتمد على أجهزته الفيزيولوجية فقط فإن هذا قد يكون غير كافي لمواجهة ارتفاع درجة حرارة الجو المحيط مما يتطلب تدخل المربي لتهيئة الوسط المحيط بالحيوان كي يساعد في درجة حرارة الجو المحيط ومن المهم معرفة أن ازدياد اللهث في الحيوان كي يتخلص من الحرارة الزائدة في جسمه يؤدي إلى زيادة الاحتياجات الغذائية الحافظة للحيوان ويكون هذا التأثير عالي في الأبقار عالية الإدرار.

فعلى سبيل المثال فإن البقرة التي تزن ٦٢٥ كيلو جراماً وتنتج ٢٧ كيلوجرام لبن في اليوم تحت ظروف درجة جوية ٢٠ درجة مئوية تزداد احتياجاتها الغذائية الحافظة بمقدار ٢٠% عندما ترتفع درجة حرارة الجو المحيط إلى ٣٠ درجة مئوية ومن هنا يتبين الأثر السلبي لدرجات الجوية العالية على الأبقار عالية الإنتاج وخاصة في بداية موسم الحليب حيث تكون كمية الطاقة المأكولة عاملاً محدداً للأداء الإنتاجي للأبقار.

أثر ارتفاع حرارة الجو على درجة حرارة الجسم:

سلالات ماشية الحليب عالية الإدرار مثل الهولشتاين تتغير درجة حرارة جسمها بتغير درجة حرارة الجو والماشية الأفريقية أقل استجابة للتغير في درجة حرارة الجو.

ومقدرة العجول على تحمل درجات الحرارة العالية أقل من أمهاتها وذلك بالنسبة للسلالات النقية مثل الهولشتاين والفريزيان وإن كانوا يشتركون في أن ارتفاع درجة حرارة الجو يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الجسم وكان أثر الرطوبة ملموساً في رفع درجة حرارة الجسم خاصة في الأبقار.

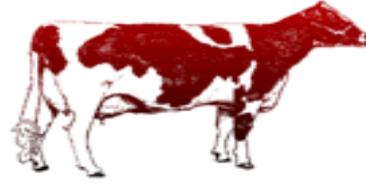
الحيوان يجابه الارتفاع في حرارة الجسم بتبخير العرق من الجلد ولكن البرودة الناشئة عن هذا التبخير تكون ذات أثر طفيف خاصة إذا ما توالى ارتفاع درجة حرارة الجو وارتفاع معدل التبخير، كما أن ارتفاع نسبة الرطوبة الذي قد يصاحب ارتفاع درجة حرارة الجو يعتبر من العوامل السلبية التي تزيد من الإحساس بدرجات حرارة الجو فضلاً عن أنها تقلل من معدل التبخير في جسم الحيوان ويزيد من الإحساس بالعبء الحراري.

THI between 72 and 78



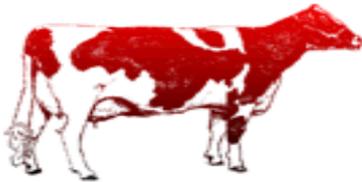
mild stress

THI between 79 and 88



moderate stress

THI between 89 and 98



severe stress

THI above 98



DEAD COWS!

تأثير الإجهاد الحراري على إنتاج الحليب:

من أهم المشاكل التي تواجه أبقار الحليب ارتفاع درجة حرارة الجو خلال فصل الصيف، فعند تعرض ماشية الحليب إلى درجة حرارة جوية أعلى من الحرارة الملائمة لأداء وظائفها الفيزيولوجية بشكل جيد، فإنها تلجأ إلى زيادة سرعة تنفسها وإبطاء معدل النبض مع إسقاط الغطاء الشعري للسماح بالتخلص من حرارة الجسم العالية، ثم تبدأ في التقليل من الغذاء المأكل لمواجهة ارتفاع درجة حرارة الجو، ويزيد استهلاك الحيوان من المياه.

وتحت هذه الظروف تقل شهية الحيوان وتقل كمية الغذاء المأكل وذلك لتقليل الحرارة الناتجة من عمليات الأيض، ويحدث ارتفاع كبير في استهلاك المياه وبالتالي انخفاض في إنتاج الحليب.

ولذلك فإن انخفاض المأكول من الغذاء يؤدي إلى انخفاض مستوى الصوديوم والبوتاسيوم والماغنيزيوم المأكول والذي يقدر احتياجاته بحوالي ١.٥% بوتاسيوم، ٠.٥-٠.٦% صوديوم، ٠.٣% مغنيزيوم مما يخل بعملية تبادل السوائل في الجسم وينعكس على إنتاج الحليب سلباً.

وبصفة عامة فقد وجد أن الأبقار الهولشتاين التي تعيش في درجات حرارة تتراوح بين ٢١م - ٢٦.٥م يقل إنتاجها بمعدل ٢٤% عن تلك التي تعيش في درجة حرارة ٩-١٠م نتيجة زيادة الإنتاج الحراري وقلة الغذاء المأكول.

ويمكن تلخيص كيفية تأثير الاجهاد الحراري على إنتاج الحليب بما يلي:

انخفاض كمية الغذاء المأكول من جهة وانخفاض امتصاص العناصر الغذائية من الجهاز الهضمي وقلة العناصر الغذائية الواردة إلى الغدة اللبنية هذا يؤدي إلى انخفاض العناصر الأولية اللازمة لتصنيع الحليب، بالإضافة إلى تغيرات في نشاط الجهاز الهرموني كل هذه العوامل مجتمعة تؤدي إلى انخفاض إنتاج الحليب أثناء التعرض للإجهاد الحراري.

الفيزيولوجية التكيفية والاستجابة البيوكيميائية لأبقار الحليب تحت ظروف الاجهاد الحراري:

باعتبار أن الاجهاد هو رد فعل الجسم على المحفزات التي تززع التوازن، والذي يؤثر سلباً على نظام الجسم الحيواني، فللتأقلم مع هذا الوضع يبدي جسم الحيوان العديد من ردود الفعل العصبية-الإفرازية التي قد تغير ردود الفعل البيوكيميائية عند الحيوانات للتأقلم مع الظروف المحيطة بها، وعندما تصبح آلية التوازن غير كافية بالشكل الذي يسمح بالتكيف الحراري، فإن الحيوان سيمر بظروف حرجة، وبالتالي فإن الممارسات الإدارية المثالية يمكن أن تساعد على تقليل الإجهاد الحراري على جسم الحيوان وتزيد إنتاجيته.

ترتبط الاستجابات الفيزيولوجية، والتفاعلات الكيميائية الحيوية ودرجة حرارة الجسم مع بعضها، فارتفاع درجة الحرارة يسرع التفاعلات الكيميائية الحيوية، وانخفاض درجة الحرارة يقلل من هذه التفاعلات، وبالمثل يتم إظهار الاستجابة الفيزيولوجية المناسبة، وعلاوة على ذلك، فمن المعروف جيداً أن التقلبات في درجة حرارة الجسم ترتبط ارتباطاً مباشراً مع التذبذب في درجة الحرارة البيئية المحيطة بالحيوان كرد فعل من جسم الحيوان عليها وعلى درجة الحرارة المحيطة به سواء الباردة جداً أو الحارة جداً، ولهذه الاستجابة الفيزيولوجية أو التكيف للتغيير في البيئة الخارجية تأثيراً كبيراً على إنتاجية الحيوانات الأليفة (المستأنسة)، وقد طورت الثدييات والطيور آلية حرارية بحيث يتم من خلالها الحفاظ على درجة حرارة الجسم عند مستوى ثابت نسبياً بغض النظر عن درجة حرارة البيئة المحيطة، ولذلك تصنف الثدييات والطيور على أنها من الحيوانات ذات الحرارة الثابتة (Homeotherms)، أو الحيوانات ذات الدم الحار، أما الحيوانات ذات الحرارة المتغيرة (Poikilotherm) أو ذوات الدم البارد فتختلف لديها درجة حرارة الجسم مع درجة حرارة البيئة.

تمتلك الحيوانات ذات الحرارة الثابتة (Homeotherms) مجالاً لدرجة الحرارة المثلى أو المجالات المحايدة الحرارية للإنتاج عند الحيوان لتبقى درجة حرارة الجسم ثابتة نسبياً، وعلى أية حال، فإن تعرض الحيوان لمدة طويلة لدرجة الحرارة المحيطة تحت أو فوق المنطقة المحايدة

الحرارية قد يغير الوظائف الفيزيولوجية للحيوان، وحينها يمكن تسمية الحيوان بالمُجهدة حرارياً أو برودياً.

ويعدّ الإجهاد الحراري البيئي هو الأكثر ضرراً على أبقار الحليب ويؤدي إلى إعاقة استهلاك العلف، وانخفاض إنتاج الحليب، والأداء الإنجابي.

مبادئ التنظيم الحراري:

إنّ أسلوب التعديل الحراري الأساسي للتدييات هو الحفاظ على درجة حرارة الجسم المركزية أعلى من درجة حرارة المحيط وذلك من أجل السماح للحرارة بالتدفق من المركز عبر أربع طرق أساسية لتبادل الحرارة (التوصيل، الحمل الحراري، والإشعاع، والتبخّر).

ويشار إلى ثلاثة من هذه الطرق (التوصيل والحمل الحراري والإشعاع) بالطرق المعقولة لخسارة الحرارة وتتطلب تدرج (ميل) حراري لتعمل، أما الطريقة الرابعة (التبخّر) فتعمل على تدرج (البخار / الضغط) وتُعرف أنها فقدان الحرارة غير المرئية.

عندما تتقارب (تتماثل) درجة الحرارة المحيطة من درجة حرارة الجسم، فإنّ السبيل الحيوي الوحيد لفقدان الحرارة هو التبخّر، وإذا تجاوزت الظروف المحيطة درجة حرارة الجسم، سوف تتدفق الحرارة عكسياً وبالتالي سيتمص الحيوان الحرارة، كل هذه الظواهر ترتبط مباشرةً بالاستجابة الفيزيولوجية للفرد، لذلك فإنّ تقدير البيئة الحرارية المحيطة بالحيوانات هي المفتاح الأساسي لفهم احتياجات الحيوانات من التبريد.

ويعتبر التنظيم الحراري نوعاً من ردود الفعل السلبية للتوازن.

تحافظ الأغنام والأبقار على درجات حرارة أجسامها ضمن حدود ضيقة على مجموعة واسعة من درجات الحرارة الجوية من خلال تحقيق التوازن بين فقدان أو كسب الحرارة.

وقد لوحظ نشاط إفراز هرمون الغدة الدرقية (الثيروكسين) خلال درجة الحرارة البيئية الحارة والباردة التي تترافق بالتوازي مع إنتاج الحرارة الأيضية.

وبمجرد ارتفاع درجة الحرارة المحيطة، تبدد الحرارة أولاً من قبل آليات سلبية (خسارة الحرارة المعقولة) مثل الإشعاع والحمل الحراري، كما أنّ درجة الحرارة المحيطة تقترب من درجة حرارة الجلد، ويقل معدل تبديد (تلاشي) الحرارة خلال فقدان الحرارة المعقول.

مع تقدم الإجهاد الحراري، يتم استخدام العمليات التبخيرية كالتعرق في المقام الأول، وزيادة معدل التنفس.

الطرق المتبعة لمقاومة الإجهاد الحراري:

هناك العديد من الوسائل التي يلجأ إليها الحيوان للتعامل مع ظروف الجو الحار ولكن هذه الوسائل لا تمنع من تأثر الكائن الحي مما يسبب أضرار صحية وخسائر اقتصادية قد تكون ضخمة، مما يستدعي أن يكون هناك استراتيجية للمربي يساعد بها الحيوان في التغلب على هذه الظروف والمحافظة على الإنتاج، وتتلخص هذه الاستراتيجية بثلاث جوانب رئيسية تتمثل بما يلي:

- تعديل البيئة المحيطة بالحيوان.
- التحسين الوراثي للحيوان.
- استخدام بعض التعديلات في المواد الغذائية.

في شهور الصيف الحار تحتاج وسائل الإيواء إلى عناية خاصة، حيث يجب أن تتوفر للحيوان المساحة الكافية للتغذية والشرب لكي لا تتنافس الحيوانات على هذه المساحات، وعندما تزداد درجة الحرارة، تزداد الحاجة إلى التهوية الجيدة في أي من نظم الإيواء التي يستخدمها المربي بالإضافة إلى عزل نظام جيد بالنسبة للحظائر المبنية وتستخدم وسيلة التبريد بالرذاذ في الأحواش المفتوحة كوسيلة فعالة لتلطيف حرارة الجو في الصيف وبالتالي تخفيف العبء الحراري الواقع على الحيوان كما يجب مراعاة إنشاء مظلات لتلجأ إليها الحيوانات خلال فترة سطوع الشمس الشديد، ويُنصح أيضاً بزراعة الأشجار فهي توفر الظل وتخفف من حدة الحرارة.

من الأهمية بمكان اختيار نوعية وسلالة الحيوان الملائمة للتربية في ظروف المناطق الحارة، حيث أن الحيوانات المتأقلمة على العيش في المناطق الحارة تتميز بصفات تشريحية وفيزيولوجية وسلوكية تكونت فيها خلال عملية الانتخاب وهذه الصفات تساعد على المعيشة في البيئات الحارة، ومن هذه الصفات على سبيل المثال زيادة مساحة الجلد ولون صبغة الجلد وقدرة المشي لمسافات طويلة وتحمل الجفاف والتخلص من الحرارة.

في ظروف الجو الحار يتجه الحيوان إلى خفض استهلاكه من الغذاء، ومن الضروري الوصول إلى الحد الملائم لتركيز المواد الغذائية في العليقة، وكذلك كمية العليقة التي يمكن أن يتناولها الحيوان وهناك اتجاهين لتعديل الطاقة عن طريق المادة الجافة المأكولة، فإما أن تتعدد مرات التغذية في اليوم لزيادة المادة الجافة المأكولة وبالتالي تزيد الطاقة المستهلكة وإما أن يتم تركيز الطاقة أو المواد المركزة في وحدة المادة الجافة، ويجب التأكد من أن تكون مياه الشرب باردة، ومن وسائل التخفيف من الإجهاد الحراري إضافة الفيتامينات مثل الفيتامين C وإضافة الأملاح مثل كلوريد الأمونيوم وكلوريد البوتاسيوم إلى ماء الشرب وإضافة الجلوكوز إلى ماء الشرب.

نهاية الجلسة العملية السابعة والثامنة