مجلة جامعة الملك سعود، م١٤، *العلوم الزراعية* (١)، ص ص ٤٥-٥٤، الرياض (١٤٢٢هـ/٢٠٠٢م)

تأثير الإجهاد الحراري في إنتاج الحليب وفي بعض الاستجابات الحرارية لبقر الهولشتين عالي الإنتاج في البيئة شبه الجافة

أحمد بن إبراهيم الحيدري، على بن منصور الصغير، ومحمد بن عبد الرحمن آل الشيخ
قسم الإنتاج الحيواني، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض

(قدم للنشر في ١٤٢١/٥/١٩هـ؛ وقبل للنشر في ١٤٢٢/١/٣٠هـ)

ملخص البحث. تمت هذه الدراسة في منطقة الخرج بهدف دراسة تأثير الإجهاد الحراري في الكفاءة الإنتاجية وفي الاستجابات الفسيولوجية الحرارية لبقر الحليب العالي الإنتاج المربى تحت نظم التبريد التبخيري. وتم استخدام ٨ بقرات هولستين عالية الإنتاج في فصلي الصيف والشتاء، متوسط إنتاجها من الحليب ٧٨٤٥ كجم. كان للإجهاد الحراري خلال فصل الصيف (THI من ٧٢،٣ إلى ٨٥،٩) تأثير عالي المعنوية في إنتاج الحليب وسبب انخفاض قدره ٢٤،٣% مقارنة بفصل الشتاء. وقد صاحب هذا الانخفاض في الإنتاج انخفاض معنوي آخر في كمية الغذاء المأكول (١٣،٣%) وارتفاع معنوي في كل من درجة حرارة المستقيم، ودرجة حرارة سطح الجسم، ومعدل التنفس مما يدل على أن هذه البقر متعرضة للإجهاد الحراري على الرغم من وجود نظام التبريد التبخيري (Korral Kool). كانت درجة حرارة المستقيم، ودرجة حرارة سطح الجسم، ومعدل التنفس أعلى معنويا مساء عنها صباحا خاصة في فصل الصيف، بينما لم يكن هناك اختلافات واضحة في فصل الشتاء، يتضح من هذه النتائج أن تعرض بقر الحليب للإجهاد الحراري يؤدي إلى انخفاض في إنتاج الحليب في فصل الصيف الحار، وأن استخدام أنظمة التبريد التبخيري يقلل من العبء الحراري المتعرض له الحيوان، ولكنها لم تلغ الاختلافات الموسمية كليا، وبالتالي فإن الاهتمام بالوسائل الأخرى مثل الإضافات الغذائية قد تساعد

الحيوان على تحسين إنتاجه في فصل الصيف الحار تحت ظروف المملكة العربية السعودية.

المقدمة

يعتبر ارتفاع درجة حرارة الجو خلال فصل الصيف في المملكة العربية السعودية من أهم العوامل المؤثرة في إنتاجية بقر الحليب، حيث تمتد أشهر الصيف الحارة إلى أكثر من ٦ شهور، و يبلغ متوسط درجة حرارة الجو وأعلى درجة حرارة جوية نحو ٣٣°م و٤٣°م على التوالي [١]. ومن أهم ما يميز الحالة الجوية في المنطقة الوسطى من المملكة هو انخفاض الرطوبة النسبية، حيث تصل إلى أقل من ١٠% خلال فصل الصيف الحار. وقد أوضحت الكثير من الدراسات أن إنتاج الحليب يتأثر سلبا عند وصول درجة حرارة الجو إلى ٢٧°م، وذلك نتيجة للتأثير المباشر للإجهاد الحراري والمسبب لانخفاض كمية الغذاء المأكول بالإضافة إلى التأثيرات غير المباشرة والتي تشمل التغيرات في معدل التمثيل الغذائي، وفي مستوى بعض الهرمونات، والتدفق الدموي، وبعض التغيرات الفسيولوجية الأخرى [٢، ٣].

ومن المعروف أن إنتاج الحليب ينخفض لأكثر من ٣٥% عند تعرض البقر للإجهاد الحراري [٤،ص ٣٥]. ونتيجة للظروف الخاصة بهذه المنطقة من حيث ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية طوال فصل الصيف فإن أغلب مزارع بقر الحليب في المملكة تستخدم التبريد التبخيري بأنواعه المختلفة بهدف المحافظة على مستوى أداء وإنتاجية مماثلة لمستوى فصل الشتاء. استخدام هذه الوسائل حسّن بشكل واضح من الكفاءة الإنتاجية لبقر الحليب، حيث أشارت العديد من الدراسات إلى زيادة بنسبة أكثر من ٣٠% في إنتاج الحليب [٥] نتيجة استخدام هذه الوسائل. ويهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الإجهاد الحراري في الكفاءة الإنتاجية وفي الاستجابات

الفسيولوجية الحرارية لبقر الحليب العالي الإنتاج المربى تحت نظم التبريد التبخيري.

مواد وطرق البحث

تمت هذه الدراسة على مجموعتين متساويتين من البقر في كل من فصل الشتاء وفصل الصيف عام ١٩٩٧م، حيث استخدم ٨ بقرات هولستين فريزيان عالية الإنتاج في موسم الإنتاج الأول والثاني لكل فصل. اختير البقر من قطيع مزرعة ألبان البندرية بمنطقة الخرج على أساس موسم الحليب، وميعاد الولادة المتوقع، وإنتاج اللبن في الموسم السابق لبقر الموسم الثاني، وإنتاج الأمهات بالنسبة لبقر الموسم الأول. وكانت الحظائر مزودة بنظام التبريد التبخيري Korral kool لتبريد البقر خلال فصل الصيف. بدأت كل تجربة قبل الولادة بأسبوعين واستمرت لمدة شهرين بعدها. وضعت الحيوانات في حوش واحد مفتوح وغذيت تغذية جماعية على دريس البرسيم الحجازي والعلف المركز طبقا لمقررات NRC [٦]. قدمت كميات العلف الخشن أربع مرات يوميا الساعة ٤ و٩ صباحا والساعة ٤ و٩ مساء بينما قدمت كمية العلف المركز ست مرات يوميا الساعة ٣ و٧ و١٠ صباحا والساعة ٣ و٧ و١٠ مساء، وكانت المياه والأملاح المعدنية متاحة طوال الوقت أمام الحيوانات. وحلبت البقر ثلاث مرات يوميا تبدأ الساعة الثالثة صباحا وبعد ذلك كل ٨ ساعات، وسجل إنتاج الحليب أسبوعيا. قيست درجة حرارة المستقيم باستخدام مقياس درجة الحرارة الرقمي، وعدد مرات التنفس، وذلك بقياس عدد مرات حركة الخاصرة لكل دقيقة وتم التعبير عنها (عدد مرات التنفس/دقيقة)، وقيست درجة حرارة سطح الجلد باستخدام الأشعة تحت الحمراء. تم قياس درجة حرارة الجلد في ثلاثة مواقع مختلفة، هي الرقبة ومنتصف الجسم والمؤخرة، وأخذ متوسط هذه القراءات الثلاث

لتكون ممثلة لدرجة حرارة سطح الجسم، وقد تم حلق الشعر في أماكن القياس قبل بداية التجربة. أخذت هذه القياسات أسبوعيا الساعة التاسعة صباحا والساعة التاسعة مساء. سجلت درجة حرارة الهواء المحيط والرطوبة النسبية للهواء أثناء فترة التجربة في تمام الساعة التاسعة صباحا والتاسعة مساء، ومن هذه القراءات تم حساب دليل الحرارة والرطوبة كما هو موضح في المعادلة التالية:

دليل الحرارة والرطوبة (THI) = درجة الحرارة الجافة –

{(٠،٥٥ – ٠،٥٥ X الرطوبة النسبية*) (درجة الحرارة الجافة** - ٥٨)}

* الرطوبة النسبية كجزء من المائة.

** درجة الحرارة الجافة بالفهرنهايت.

وتم تحليل البيانات إحصائيا باستخدام تطبيقات GLM من حزمة SAS (٧،ص ٢٨٤).

النتائج والمناقشة

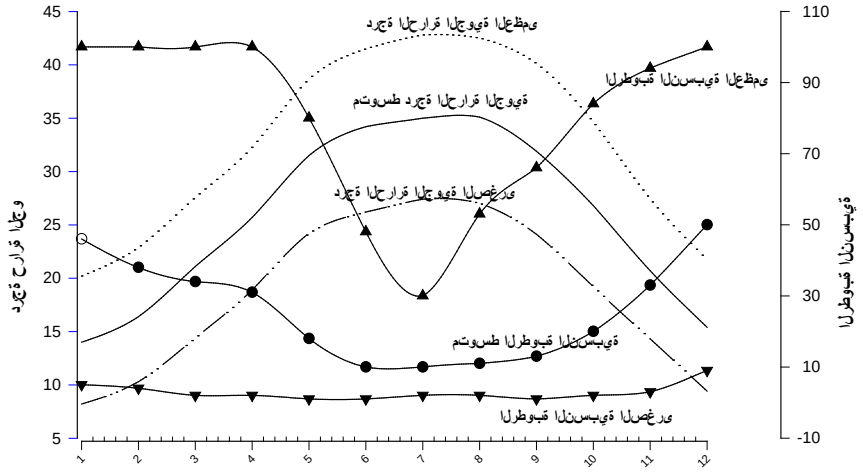
تعد الاختلافات الموسمية في درجات حرارة الجو من أهم المشكلات التي تواجه بقر الحليب في المملكة. ويتضح من نتائج الدراسة الحالية (الجدول رقم ١) أن هذه الحيوانات تقع ضمن النطاق البيئي الحراري المريح خلال فصل الشتاء، بينما يتعرض هذا البقر إلى إجهاد حراري خلال فصل الصيف (THI نحو ٧٩) مع العلم بأن هذه القياسات تمت داخل الحظيرة المزودة بنظام التبريد التبخيري. ومن المعروف أن إنتاج الحليب يبدأ بالانخفاض عند وصول قيمة دليل الحرارة والرطوبة ٧٢ [٨ ص٩٧، ٩]. تعتبر درجة حرارة الجو ٥-٦°م هي الدرجة المثالية لبقر الحليب العالي الإنتاج [٣] وحيث إن متوسط درجة حرارة الجو في وسط المملكة (الشكل رقم ١) تكون أعلى من ١٦°م لمدة سبعة أشهر [١] لذا فإن هذا الارتفاع في درجة الحرارة الجوية أثر سلبا في كفاءة الحيوان الإنتاجية والتناسلية. فقد

دلت نتائج التجربة الحالية أيضا على أن ارتفاع درجة حرارة الجو خلال فصل الصيف صاحبها انخفاض معنوي ($P < .001$) في إنتاج الحليب حيث انخفض إنتاج الحليب بمقدار ٢٤،٣% في فصل الصيف مقارنة بفصل الشتاء، وتزامن هذا الانخفاض في إنتاج الحليب مع انخفاض معنوي في كمية الغذاء المأكول (٢٥،٦ إلى ٢٢،٦ كجم/يوم/بقرة خلال فصلي الشتاء والصيف على التوالي). وتتفق هذه النتائج أيضا مع نتائج الدراسات السابقة حيث وجد [١٣] أن هناك علاقة سالبة قوية بين كمية الغذاء المأكول وبين قيمة دليل الحرارة والرطوبة لبقر الحليب. وبشكل عام فإن الهدف من استخدام التبريد التبخيري في فصل الصيف الحار هو تخفيف العبء الحراري الواقع على الحيوانات والمحافظة على مستوى الكفاءة الإنتاجية لبقر الحليب بمستوى مقارب لفصل الشتاء وبالتالي تقليل الاختلافات الموسمية والمؤثرة في الكفاءة الإنتاجية. وقد بين [١١] أن إنتاج الحليب في فصل الصيف ينخفض في حدود ٣٥% مقارنة بفصل الشتاء (٣٣،٥ إلى ٢١،٦ كجم/بقرة/يوم خلال فصلي الشتاء والصيف على التوالي).

الجدول رقم (١). متوسط درجات حرارة الجو المحيط والرطوبة النسبية ودليل الحرارة والرطوبة خلال فترة التجربة.

فصل السنة	الساعة ٩ صباحا المتوسط ± الانحراف القياسي	الساعة ٩ مساء المتوسط ± الانحراف القياسي
الشتاء		
حرارة الجو المحيط °م	١٧,٤ ± ٥،٠	١٥،٥ ± ٥,٠
الرطوبة النسبية %	٦٠,٤ ± ١١,١	٦١،٩ ± ١٢,٨
دليل الحرارة والرطوبة	٦٢،٢ ± ٧,٦٠	٥٩،٢ ± ٧،١
الصيف		

حرارة الهواء °م	٥،٢ ± ٢٣,٧	١،٩ ± ٣١,٩
الرطوبة النسبية %	١١,٩ ± ٧٨،٤	٩,١ ± ٦٦,٤
دليل الحرارة والرطوبة	٧،٠ ± ٧٢,٣	٦،٥ ± ٨٥,٩



شكل: 1 متوسط درجة الحرارة الجوية و الرطوبة النسبية في وسط المملكة العربية السعودية.

وقد بينت الكثير من الدراسات أن تعرض البقر للجو الحار يؤدي إلى انخفاض واضح في إنتاج الحليب (٢، ٤، ١٠-١٢). واستخدام التبريد التبخيري [٥] بصورة رذاذ ماء، حسّن من إنتاج الحليب من ٢١،٦ إلى ٢٧،٣ كجم، وبالتالي فإن استخدام التبريد التبخيري لم يلغ الاختلافات الموسمية كليا وإنما حسّن من الكفاءة الإنتاجية. هذا يتفق مع نتائج الدراسة الحالية، حيث أوضحت النتائج أن إنتاج الحليب كان أقل معنويا

(١٧%) خلال فصل الصيف مقارنة بفصل الشتاء على الرغم من وجود نظام التبريد التبخيري.

الانخفاض في إنتاج اللبن خلال فصل الصيف كان مصحوبا بارتفاع معنوي (P < .0001) في كل من درجة حرارة الجسم، ودرجة حرارة سطح الجلد، وكذلك معدل التنفس. وهذا يتوافق مع ما وجده [٣، ١٤] مما يدلل على أن هذه الحيوانات وتحت هذه الظروف تتعرض للإجهاد الحراري. تعرض البقر في هذه التجربة للإجهاد الحراري أثناء فصل الصيف (THI من ٧٢،٣ إلى ٨٥،٩) أدى إلى ارتفاع واضح في درجة حرارة سطح الجسم (الجدول رقم ٢) والذي قد يعزى إلى زيادة معدل التدفق الدموي كاستجابة فسيولوجية تهدف إلى زيادة معدل انتقال الحرارة بالحمل من داخل الجسم إلى سطحه، وبالتالي انتقال الحرارة إلى البيئة المحيطة [١٥ص٥٩]. وقد صاحب الارتفاع في درجة حرارة المستقيم في بقر هذه التجربة ارتفاع معنوي في معدل التنفس (٧٥%) من ٣٦ إلى ٦٣ مرة في الدقيقة في فصل الصيف، وكان معامل الارتباط بين درجة حرارة المستقيم ومعدل التنفس إيجابيا ومعنويا (معامل الارتباط = ٠،٥٦، P < 0001) وذلك لأن الارتفاع في درجة حرارة الجسم الداخلية هو المنبه الأساسي للهث [١٦ ص٢٤٦] وزيادة معدل التنفس تلعب دورا كبيرا في زيادة معدل الفقد الحراري بواسطة البخر من الجهاز التنفسي. وتتفق هذه النتائج مع [١٤] الذي وجد أن زيادة الإجهاد الحراري الواقع على البقر أدى إلى ارتفاع في درجة حرارة المستقيم، ودرجة حرارة سطح الجسم، ومعدل التنفس.

الجدول رقم (٢). التأثيرات الموسمية في إنتاج اللبن وفي درجتي حرارة المستقيم وسطح الجلد ومعدل التنفس.

	المعنوية	الصيف	الشتاء
إنتاج الحليب كغم/بقرة/يوم	٠,٥ ± ٤٦,٩	٠,٥ ± ٣٥,٥	٠,٠٠٠١
درجة حرارة المستقيم °م	٠,٠٢ ± ٣٨,٤	٠,٠٢ ± ٣٩,١	٠,٠٠٠١
درجة حرارة سطح الجلد °م	٠,٠٩ ± ٢٩,٥	٠,٠٩ ± ٣٤,١	٠,٠٠٠١
معدل التنفس مرة/دقيقة	٠،٤ ± ٣٦,٠	٠،٤ ± ٦٣,٠	٠,٠٠٠١

في هذه التجربة وجد أن درجة حرارة الجسم، ومعدل التنفس، ودرجة حرارة سطح الجلد، خلال اليوم الواحد أعلى معنويا خلال المساء عن الصباح (الجدول رقم ٣) خاصة في فصل الصيف. وهذا قد يعكس نشاط الحيوان والتغذية خلال اليوم وراحته في الليل [١٧، ص ٧١٩] وفي المقابل لم تظهر هذه الاختلافات اليومية في فصل الشتاء.

الجدول رقم (٣). تأثير الوقت من اليوم (صباحا ومساء) في متوسط درجة حرارة المستقيم وسطح الجسم ومعدل التنفس.

القياس	٩ صباحا	٩ مساء	المعنوية
درجة حرارة المستقيم °م	٠,٠٢ ± ٣٨,٦	٠,٠٢ ± ٣٨,٨	٠,٠٠١
درجة حرارة سطح الجلد °م	٠,٠٩ ± ٣١،٧	٠,٠٩ ± ٣١,٩	٠,٠٠٤
معدل التنفس مرة/دقيقة	٠,٣ ± ٤٩,٢	٠,٣ ± ٥٠,٦	٠,٠٠٤

يتضح من نتائج هذه الدراسة أن البقر كانت تحت إجهاد حراري أثناء فصل الصيف مقارنة بفصل الشتاء مما أدى إلى انخفاض واضح في إنتاج

الحليب عنه في فصل الشتاء. وكذلك انخفاض معنوي في كمية الغذاء المأكول قدره ٣ كجم مادة جافة/للبقرة في اليوم، وذلك لتقليل الإنتاج الحراري الناتج عن عمليات هضم وتمثيل الغذاء بالجسم. ومن جهة أخرى، فإن الحيوان يسعى لزيادة معدل الفقد الحراري بزيادة معدل التنفس وزيادة التدفق الدموي من داخل الجسم إلى سطحه، إلا أنه بسبب ارتفاع حرارة الهواء لدرجة أعلى من النطاق الحراري المريح للبقر فإن ذلك قلل من فعالية الفقد الحراري مما انعكس على أداء الحيوان بشكل عام. دلّت نتائج هذه الدراسة على أن البقر خلال فصل الصيف والمربى تحت نظام التبريد التبخيري ما زال يقع تحت النطاق غير المريح للحيوان، وأن البقر ما زال يعاني من تأثير العبء الحراري الواقع عليه، وإن كان استخدام التبريد التبخيري قد حسّن من إنتاجية الحيوان وقلل من الفروق الموسمية. لذلك فإن التعديلات في بيئة الحيوان واستخدام أنظمة التبريد مهمة جدا [٥، ١٠، ١٨، ١٩، ٢٠]، ولكنها ليست كافية بمفردها كي تقوم بإلغاء الاختلافات الموسمية كليا، بل ينصح بالاهتمام بالوسائل الأخرى مثل الإضافات الغذائية ذات العلاقة.

المراجع

[١] Ali, K.; Al-Haidary, A.; Alshaikh, M. and Hayes, E. "The Effect of Evaporative Cooling in Alleviating Seasonal Differences in Milk Production of Almarai Diary Farms in the Kingdom of Saudi Arabia." *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* (1999), 590-596.

[٢] Collier, R. J.; Beede, D.K.; Thatcher, W.W; Israel, L.A.; and Wilcox, C.J. "Influences of Environment and Its Modification on Dairy Animal Health and Production." *J. Dairy Sci.;* 65 (1982), 2213-2227.

[٣] Shearer, J. K., and D. K Beede. "Thermoregulation and Physiological Responses of Dairy Cattle in Hot Weather." *Agri-Practice;* (1990) 11, 5-17.

[٤] Johnson, H.D. *Bioclimate Effects on Growth Reproduction and Milk Production.* Page 35 in Bioclimatology and the Adaptation of live stock. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier Sci. Pub., 1987.

[٥] El-Nouty, F. D.; Al-Haidary, A. A.; and Salah. M.S. ″Spray Cooling Effects on Milk Production; some Blood Parameters and Thyroid Hormones of Holstein Cows in the Semi-arid Environment.″ *Indian J Anim Sci*.; 63 (1990), 360-364.

[٦] National Research Council. *Nutrition Requirement of Dairy Cattle*. 6th ed. Washington, DC.: NRC, 1989.

[٧] SAS Institute. SAS User′s Guide Statistics. Version 5 Edition. Cary, NC. USA: SAS Institute, Inc, 1986.

[٨] Bianca, W. *Thermoregulation. In Adaptation of Domestic Animals*. E. S. E. Hafez (ed.) Philadelphia: Lea and Febiger, 1968.

[٩] Johnson, H. D.; Ragsdale, A.C.; Berry, I.L.; and Shanklin, M.D. ″Temperature-Humidity Effects Including Influence of Acclimation on Feed and Water Consumption of Holstein cattle.″ *Univ. Missouri Agric. Exp Stan. Res. Bull.* Univ. Missouri, Columbia, 846. (1963).

[١٠] Armstrong, D.V. ″Improvement of Animal Production by Altering the Environment of the Animal.″ *Sultan Qaboos University, J. Sci. Res. Agric. Res.;* 1(1996), 83-87.

[١١] El-Nouty, F.D.; Al-Haidary, A.A.; and Salah, M.S. ″Seasonal Effect on Body Temperature, Thyroid Function, Blood Glucose and Milk Production in Lactating and Dry Holstein Cows in Semi-arid Environment.″ *Arab Gulf J. Sci.Res*., 8 (1990), 89-103.

[١٢] Fuquay, J. W. ″Heat Stress as It Affects Animal Production.″ *J. Anim. Sci.,* 52 (1981), 164-174.

[١٣] Holter, J.B. and McGilliard, M.L. ″Adjusting the Prediction of Adlibitum Dry Matter Intake of Lactating Cows for Depressing Effect of Heat Stress″. *J. Dairy Sci*., 77 (suppl. 1) (1981), 308.

[١٤] Di Costanzo, A.; Spain, J.A; and Spiers, D.E. ″Supplementation of Nicotinic Acid for Lactating Holstein Cows Under Heat Stress Condition.″ *J. Dairy Sci*., 80 (1997), 1200-1206.

[١٥] Curtis, S. E. *Environmental Management in Animal Agriculture*. Ames: Iowa State University Press, 1983.

[١٦] Terrill,C. E. ″Adaptation of Sheep and Goats.″ *In: Adaptation of Domestic Animals*. E.S.E. Hafez (ed.), Philadelphia USA: Lea and Febiger, 1968.

[١٧] Anddersson, B E. *Temperature Regulation, in: Dukes Physiology of Domestic Animal.* M.J.Swenson (ed.), Ithaca, NY: Cornell University press., USA, 1990.

[١٨] Ray, D.P.; Boland, M.P.; Kopel, E.; Armstrong, D.; Munyakazi, L.; Godke, R.A.; and Ingraham, R.H. ″Evaluating Two Different Evaporative Cooling Management System for Dairy Cows I Hot, Dry Climate.″ *J. Dairy Sci.*, 75 (1992)1052-1059.

[١٩] Armstrong, D.V.; Wise, M.E.; Torabi, M.T.; Wiersma, F. ″Effect of Different Cooling System on Milk Production of Late Lactating Holstein Cows During High Ambient Temperature.″ *J. Dairy Sci*., 71 (Suppl.1) (1988),212. (abstr.)

[٢٠] Igono, M. D.; Johnson, H.D.; Steevens, B.J.; Krause, G.F.; and Shanklin, M.D. ″Physiological, Productive, and Economic Benefits of Shade, Spray, and Fan System Versus Shade for Holstein Cows During Summer Heat.″ *J. Dairy Sci*., 70 (1987) 1069-1079.

Effect of Heat Stress on Milk Production and Some Thermoregulatory Responses of High Producing Holstein Cattle in Semi-arid Environment

A. Al-Haidary, A. M. Al-Soghier, and M.A. Alshaikh
Department of Animal Production, College of Agriculture, King Saud University, Riyadh

(Received 19/ 5/ 1421; accepted for publication 30/1/ 1421)

Abstract. This experiment was conducted in Alkharj, central region of Saudi Arabia. Eight high producing Holstein cattle were used in summer and winter season to determine the effect of heat stress challenge on milk production, body and skin temperature and respiratory rate. Cows were housed in covered free stall cooled with Korral Kool system and milked three times a day. Exposure to summer heat stress (THI from 72.3 to 85.9) resulted in significant drop in milk production (24.3%) compared to winter season. This reduction in milk production was associated with a significant reduction in feed intake (13.3%) and a significant rise in rectal temperature (RT), skin temperature and respiratory rate (RR) which indicate that these cattle that are cooled with Korral Kool are heat stressed. During the day, RT, RR and SK were significantly higher in the evening, especially in the summer but not in the winter. These results showed that exposure to heat stress resulted in a marked drop in milk production and the use of evaporative cooling (Korral Kool), did not totally eliminate the adverse effect of heat stress. Therefore, using other means such as feed additive to improve animal performance during summer months could improve animal productivity.