

家畜の耐暑性に関する研究 (第4報)

乳牛の血液乳酸量, 血糖量及び血中炭酸量に対する気温の影響*

岡本正幹・小川清彦・大坪孝雄

Studies on the Heat Tolerance in the Farm Animals:

IV. Changes of Blood Lactic Acid, Blood Sugar and Blood Carbonic Acid Levels in Dairy Cattle, as the Effect of Ambient Temperature.

Seikan OKAMOTO, Kiyohiko OGAWA and Takao OTSUBO
(Laboratory of Zootechnical Science)

I 緒 言

著者等は第3報¹⁾において, ホルスタイン種及びジャージー種における体温, 呼吸数及び脈搏数と気温との関係について報告し, 夏季高温時には, その影響が極めて大きいことを確認した. そこで, 更に高気温が乳牛に与える影響の生理的機構を追究するため, 血中炭酸量, 血液乳酸量及び血糖量の変動を観察し, 同時に測定した体温, 脈搏数及び呼吸数とともに考察を加えたが, 若干の知見をえたので報告する. なお, 本研究は文部省科学研究費の補助によつて行われた.

II 材料及び方法

供試牛は鹿児島大学農学部繋養中のホルスタイン種成牝牛(体重 400~640kg)10頭を用い, 実験は1953年8月, 1954年8~10月, 1956年7~8月の各時期の適当な気温条件の場合を選んで実施した.

実験方法は $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ の高温時と $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ の温暖時の午前 9~10時に, 供試牛の体温, 脈搏数及び呼吸数を測定した後, 頸静脈より採血し, 血液乳酸, 血糖, 血中炭酸を定量した. 血液乳酸量は FRIEDEMANN の方法²⁾, 血糖量は SOMOGYI の方法³⁾を用い, 血中炭酸量は VAN SLYKE の検圧計⁴⁾で行つた.

III 実験成績

以上の結果は Table 1 の通りである.

Table 1. Physiological characters in Holstein in relation to the ambient temperature

Characters	Ambient temperature				Significance
	$20\pm 2^{\circ}\text{C}$	Number	$30\pm 2^{\circ}\text{C}$	Number	
Body temperature ($^{\circ}\text{C}$)	38.10 ± 0.195	22	39.24 ± 1.061	22	**
Pulse rate (No./min.)	74.05 ± 2.371	22	74.31 ± 3.796	22	
Respiration rate (No./min.)	24.27 ± 5.699	22	80.15 ± 28.912	21	**
Blood carbonic acid (Vol %)	54.47 ± 2.129	24	49.42 ± 2.252	23	**
Blood lactic acid (mg %)	16.80 ± 2.078	20	17.02 ± 1.504	19	
Blood sugar (mg %)	34.91 ± 1.879	20	38.29 ± 2.015	16	*

* : Significant at 5% level

** : Significant at 1% level

* 本報文の一部は昭和29年秋, 日本畜産学会九州支部会で, 予報として報告した.

これによると血中炭酸量は有意に減少し、血糖量、体温、呼吸数は有意に増加している。又血液乳酸量及び脈搏数は増加の傾向はみとめられるが、その差は有意ではない。次に両気温における、これら測定値を便宜的に直線で結び、変動の程度を図示すれば Fig. 1 及び Fig. 2 の通りである。

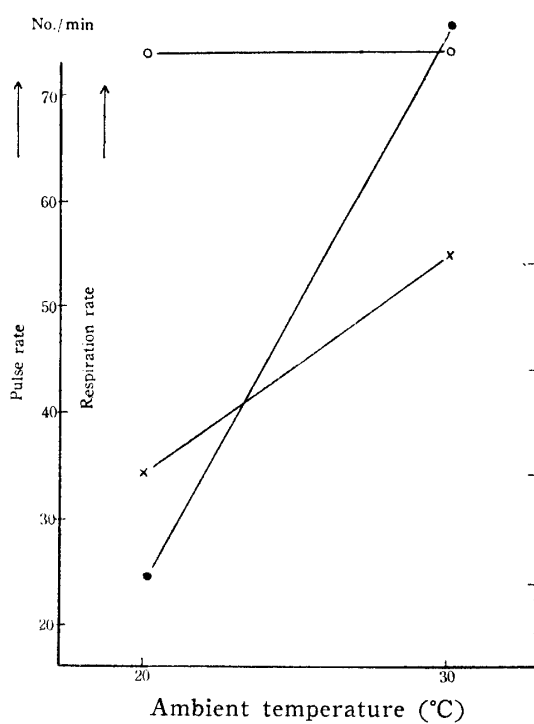


Fig. 1. Changes of body temperature, pulse rate and respiration rate with ambient temperature.

×Body temperature
 ○Pulse rate
 ●Respiration rate

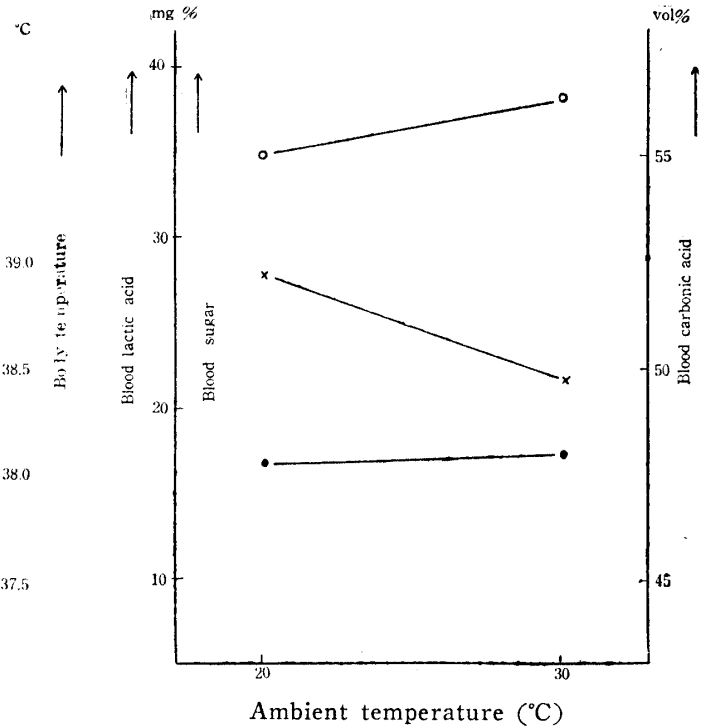


Fig. 2. Changes of blood sugar, lactic acid and carbonic acid levels with ambient temperature.

●Blood lactic acid
 ×Blood carbonic acid
 ○Blood sugar

a). Fig. 1 によれば、 $30 \pm 2^\circ\text{C}$ の高温では、体温、呼吸数は著しく上昇しているが脈搏数には、ほとんど変化がみとめられない。特に呼吸数は頻呼吸の状態である。これは第3報¹⁾で報告した結果とほぼ同様な傾向である。b). Fig. 2 によれば、 $30 \pm 2^\circ\text{C}$ では、血中炭酸量は減少の傾向を、他の2つは増加の傾向を示している。

IV 考 察

体温、呼吸数の $30 \pm 2^\circ\text{C}$ と $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の著しい相違は、第3報¹⁾で報告したように、乳牛では $23 \sim 25^\circ\text{C}$ を臨界温度として顕著な上昇を示す事実から当然な結果であろう。脈搏数については差はほとんどみとめられず、これも前報と同じ結果である。ここで体温が著しく上昇していることは、 30°C 附近の高気温は乳牛に対して、きわめて不良な環境条件となっており、従つて他の種々な生理的変調が起るものようである。それが体熱放散に対する適応現象であるかどうかは別としても、比較的影響の早くあらわれるのは血液であるように考えられる。

実験結果からみると、血中炭酸量に関しては頻呼吸の出現に伴つて炭酸の減少が認められた。この結果は DALE and BRODY ('54)²⁾ の報告と一致している。なお DALE and BRODY は体格の大小及び泌乳の状態との関係をも考慮しているが、著者等は本報では、これにはふれなかつた。なお血中炭

酸量の変動と、呼吸数の変動との関係については、血中における炭酸の蓄積が呼吸数の増加を促す要因となることも従来考えられたところであるが、今回の成績から推定すれば、気温の上昇に伴う体熱放散作用としての呼吸数の増加が炭酸の変動に先行し、呼吸数の増加に伴う炭酸の排除が第2義的に血中炭酸の減少をおこしたものと考える方が妥当のようである。一方血液乳酸は気温の上昇によつて若干増加するようであるが、今回は有意の差を見出し得なかつた。

これは血液における緩衝作用が強く働く結果ではなかろうか。血糖の増加については、田坂等⁶⁾が述べているように、体温調節中枢が糖代謝中枢にも影響を及ぼした結果であるかも知れない。血液乳酸と炭酸との関係についても、従来かなり深く追究され、乳酸の増加は炭酸塩を中和し、遊離炭酸を増加するものと考えられ、また組織呼吸の増加によつても炭酸が増加することが考えられる。今回の成績では、もちろんこの事実を否定することはできないが、これらによる炭酸の増加よりも、呼吸数あるいは呼吸量の増加に伴う炭酸の減少がより顕著であつたものと考えられる。

要するに $30 \pm 2^\circ\text{C}$ の高温環境のもとにおかれた乳牛には、体熱放散のために体温の上昇と呼吸数の増加とが顕著に認められ、これに伴つて血糖の増加と血中炭酸の減少とが見られるが、これらの血液成分の変化はむしろ第2義的な意味をもつものと思ふことができよう。本実験については下田善之君の熱心な助力に負うところが大きかつたことを附加する。

V 摘 要

気温 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ と $30 \pm 2^\circ\text{C}$ において、ホルスタイン種成牝牛 10 頭の血中炭酸、血液乳酸及び血糖の比較を行つた結果、次の様な成績をえた。

- 1) 血中炭酸は外気温上昇に伴つて有意に減少する。これは熱性頻呼吸に由来するものようである。
- 2) 血糖は気温上昇に従つて、有意に増加する。
- 3) 血液乳酸は気温の上昇に対して、有意の変化は認められなかつた。

文 献

- 1) 岡本正幹・小山田巽・大坪孝雄：鹿児島大学農学部学術報告，4，16 (1955)。
- 2) FRIEDMANN, T. E. and GRAESER, J. B. : *J. Biol. Chem.*, **100**, 291 (1933)
- 3) SHAFFER, P. A. and SOMOGI, M.: *J. Biol. Chem.*, **100**, 695 (1933)。
- 4) D. D. VAN SLYKE, J. M. NEIL : *J. Biol. Chem.*, **61**, 523 (1924)。
- 5) DALE, H. E. and BRODY, S. : *Res. Bull. Mo. agric. Exp. Sta.* : No. 562, (1954)。
- 6) 田坂定孝・高橋杏介・西沢重男・松下一人・不破実・石原真・今井力：日本内科学雑誌，39，159 (1950)。

Résumé

In comparing the blood carbonic acid, blood lactic acid and blood sugar at $20 \pm 2^\circ\text{C}$ and $30 \pm 2^\circ\text{C}$ of ambient temperature in 10 Holstein cows, following facts are estimated.

1. The blood carbonic acid decreases significantly with increasing ambient temperature. The decrease shall be attributed to the effect of panting.
2. The blood sugar increases significantly, with increasing ambient temperature.
3. No significant change is detected in the blood lactic acid in relation to the ambient temperature.