

Summary of PhD Thesis

**HEAT STRESS IN DAIRY CALVES:
INSIGHTS ON IMPORTANCE,
METHODOLOGY AND ABATEMENT**

Mikolt Bakony

Supervisors:

Dr. László Könyves
Dr. Levente Kovács



UNIVERSITY OF VETERINARY MEDICINE
Doctoral School for Veterinary Science

Budapest, 2021

Supervisors:

Dr. László Könyves, PhD
Associate professor, Head of Unit

Department of Animal Hygiene,
Herd Health and Mobile Clinic
University of Veterinary Medicine

Dr. Levente Kovács, PhD
Senior researcher

Institute of Animal Sciences
Hungarian University of Agriculture
and Life Sciences

Mikolt Bakony

1. Objectives of the study and premise

1.1 Introduction

In Hungary, as in Europe and North America, calves are kept predominantly in unshielded, individual calf cages from birth to weaning. Free, separate calf cages consist of a hutch and a grid-bound outdoor exercise area. Though the hutches provide some shielding, the calves kept in these hutches are prone to the impacts of the actual weather. Cold stress and its effects are well researched in calves, lower critical temperatures are established, and management strategies in cold weather are worked out. On the other hand, the effects of heat stress came into the front during the last decades. Although possible management practices exist to decrease the exposure of the calves to hot weather, their practical implementation on the farms is scarce. Despite the apparent animal welfare concerns of heat stress, scientific evidence about its economic effects is still missing.

1.2. Aims of the study

The aims of the thesis were:

- Collecting the current knowledge on the effects of heat stress and on the possible methods of decreasing heat load in dairy calves.
- Examining the effects of hot summer weather) during 25 years on hutch reared dairy calves on a large-scale dairy farm, where no shading or other heat abatement strategies were used.
- Finding a feasible method (body surface temperature) to monitor the heat stress level of the calves without disturbing them with rectal temperature measurements.
- Measuring the effectiveness of existing heat abatement strategies, including the simplest (changing the compass-direction of the hutches) and the most expensive (shading by roofs).

2. Materials and methods

2.1. Study 1: Seasonal pattern in the incidence rate of preweaning calf mortality in a large-scale Hungarian dairy herd: a retrospective study of 25 years

The farm management data of a Hungarian large-scale dairy farm (average animal population of 1500-1800 Holstein Friesian cows and their offspring) from 1991 to 2015 were used in the

analysis. In the studied period, 46,899 calves were born, out of which 2,155 died at the farm before weaning. We distinguished between the age groups of 0-14 days and 15-60 days. We collected meteorology data (daily mean, minimum and maximum of hourly dry bulb temperature measurements) from the Hungarian Meteorological Service station nearest to the farm. First, we compared average daily mortality rates in each calendar month between the 0-14 days age group and the 15-60 days age group. The average daily mortality rate in a given period was calculated by dividing the number of deaths by the sum of calf-days in that period. In the first analysis, we calculated the average daily mortality rates for calendar months and applied the chi-squared test to compare the annual distribution of mortality in the two age groups (0 to 14 vs 15 to 60 days). Second, we determined the average mortality rates of the first age group (0-14 days) in periods of heat stress and thermoneutral periods and compared them. For this purpose, the study period was divided into consecutive 3-day blocks, and those in which the mean temperature was at least 22 °C on each day were considered heat stress periods. Blocks with the mean temperature between 5-18°C on each day served as reference. For comparison, we repeated the analysis with 4-day and 5-day periods and with temperature thresholds 23, 24, 25 and 26 °C.

2.2. Study 2: The use of surface temperatures in assessing thermal status in hutch-reared dairy calves

Measurements took place in a large-scale dairy farm in Hungary (cow population of 1000 Holstein Friesian cows and their offspring). The calves were housed in individual fibreglass-reinforced polyester hutches outdoors from birth till weaning. The study was carried out during a 5-day period in hot August weather. Altogether 16 calves aged 7-17 days were chosen for the study. An agricultural mesh with 80% shielding was stretched over eight calf cages at the height of 2 m from the ground to shield the cages in their entirety, while eight others were left unshaded. Ambient temperature and relative humidity were measured in 10 min intervals inside and outside one of the hutches in the shaded and unshaded groups during the total length of the study. The rectal temperature of the calves was measured by a digital thermometer every 4 hours. Surface temperatures were measured on body parts not exposed to the sun, in the same intervals as rectal temperature with an infrared thermometer. Measuring sites included: leg (metacarpus), nozzle, eye bulb, scapula, ear.

Statistical analyses were performed

- to assess the strength of the association between core, skin and ambient temperatures,
- to estimate the temperature gradient between body shell and core and to compare the changes in heat dissipation capacity of the different body regions (as represented by temperatures of various sites) with increasing ambient temperature, and
- to predict the risk of hyperthermia (rectal temperature not lower than 39.5 °C), with the CART classification method.

2.3. A borjúketrecek tájolásának és a borjakban megfigyelhető hőstressz mértéke közötti összefüggések

Ehhez a kísérlethez egy nagylétszámú tejtermelő tehenészetet választottunk (900 holstein fríz tehén és szaporulata). A borjakat üvegszál erősítésű műanyag egyedi borjúketrecekben tartják a választásig (60 napos korig). A vizsgálatokat egy meleg augusztusi napon 7:20-19:00 között végeztük. Összesen 20 borjúketreceket választottunk a vizsgálatunkhoz, amelyekben 7-17 napos üszőborjak voltak elhelyezve. A ketrecek közül 5 észak felé, 5 kelet, 5 nyugat és 5 dél felé volt tájolva a bejáratával. Hasonló tájolású, de üres házakban 20 percenként vizsgáltuk a

ketrecek mikroklímáját (száraz léghőmérséklet [DBT], sugárzásos hőmérséklet [BGT] és szélesség). Ugyanezeket a mutatókat a ketrecek közötti szabad, árnyékolás nélküli területen is vizsgáltuk.

Emellett vizsgáltuk a borjak légzésszámát is, illetve azt, hogy a borjak a borjúházban vagy kint helyezkednek el, árnyékban vagy napon vannak-e és hogy állnak vagy fekszenek.

2.4. Az árnyékolás lehetőségei és hatása a borjakban hazai tejelő tehenészetekben

A vizsgálatot két hazai tejtermelő tehenészetben végeztük 2019. június végétől augusztus végéig. Az 1. gazdaságban a borjakat üvegszálóerősítésű műanyagból készült, szalma almozású borjúketrecekben tartották születésük után a választásig (56–60 napos kor). Ebben a gazdaságban a borjúketrecek felett nincs árnyékolás. A 2. telepen a borjakat születésük után szintén szalmával almozott egyedi ketrecbe helyezik, de a borjúketrecek nagy része épített, szendvicspanellel szigetelt tető alatt van.

A vizsgálat célja az volt, hogy összehasonlítsuk a különböző típusú hővédelemnek a borjúketrec mikroklímájára gyakorolt hatását. Erre a célra az első telepen 33 ketrecet választottunk. Közülük tizenegy árnyékolás nélkül maradt, 11-et hővisszaverő fóliával borítottunk, és 11 fölé árnyékoló hálót helyeztünk el. A

ketrecekben 10-10-10 borjút helyeztünk el minden csoportban, egy-egy ketrec üresen maradt a mikroklíma mérésekhez. A 2. telepen az összes borjú esetében elvégeztük a vizsgálatokat, hogy mindkét telepen hasonló legyen a vizsgált borjak életkor szerinti megoszlása.

A mikroklíma méréseket a vizsgálati napokon a legmelegebb órákban (11:00-17:00) végeztük. Mindkét telepen vizsgálatuk a borjúházakban a száraz léghőmérsékletet, a sugárzásos hőmérsékletet a vizsgált (védelem nélküli, fóliával borított, hálóval vagy tetővel árnyékolt) csoportokban. A borjak légzésszámát és viselkedését (árnyékban vagy napon helyezkedtek el, álltak vagy feküdtek) is rögzítettük óránkénti gyakorisággal.

3. Új tudományos eredmények

1. A nyári meleg időjárás hasonló hatással van a 0–14 napos fiatal borjak mortalitására, mint a téli hideg stressz. Ez a korosztály érzékenyebb a forró időjárásra, mint a 15-60 napos borjak, amelyek esetében a téli mortalitás jóval magasabb, mint a nyáron.
2. Az átlagos mortalitási kockázati arány a 0-14 napos borjúcsoportban a kockázati periódusokban (meleg napok 22 °C átlagos napi hőmérséklet fölött) legalább

kétszer olyan magas volt, mint a referencia-időszakokban (napi átlagos hőmérséklet 5-18 °C). Amennyiben a napi átlaghőmérséklet 25 °C vagy annál magasabb (kánikula), az elhullás kockázata háromszor magasabb, mint a referencia-időszakban.

3. Az egyedi ketreben tartott borjak hőterhelése extrém nagy lehet nyáron. A borjúketrecek bejáratát ajánlatos észak felé tájolni a nyári időszakban. Így a borjúház belsejében a léghőmérséklet a reggeli órákban (7:00-11:00) akár 7,5 °C-kal is kevesebb lehet, mint a keleti fekvésűben, a déli és délutáni órákban (12:00-15:00) pedig akár 10 °C-kal csökkenthető a déli és nyugati fekvésű borjúházakhoz képest. Az észak felé tájolt ketrecekben a sugárzásos hőmérséklet akár 7,1 °C-kal alacsonyabb a délutáni órákban a nyugat felé néző házakhoz képest. Ezzel párhuzamosan a borjak légzésszáma a reggeli időszakban az északi fekvésű borjúházakban percenként 25,3-mal alacsonyabb volt, mint a keleti tájolású ketrecekben, illetve a délutáni órákban 39,3-mal alacsonyabb, mint a nyugat felé néző ketrecekben levő borjaké.
4. Az árnyékolás nélküli üvegszálerősítésű poliészter borjúházak belsejében a száraz léghőmérséklet átlagosan

2,5 °C-kal magasabb volt, mint ugyanakkor a kültéri szabadtéri területen.

5. A sugárzásos hőmérséklet alacsonyabb volt a borjúházakban A különbség a kifutóhoz viszonyítva átlagosan 1,4, 4,8, 5,5 és 9,4 °C volt az árnyékolás nélküli, fényvisszaverő fóliával borított, hálóval árnyékolt és hőszigetelt tetővel árnyékolt ketrecek esetén.

4. A szerző publikációi a dolgozat témájában

A dolgozat alapjául szolgáló, referált folyóiratokban megjelent közlemények

1. Bakony, M., Jurkovich, V.: Heat stress in dairy calves from birth to weaning. *J. Dairy Res.*, 87(S1). 53–59, 2020.
2. Bakony, M., Kiss, G., Kovács, L., Jurkovich, V.: The effect of hutch compass direction on primary heat stress responses in dairy calves in a continental region. *Anim. Welfare*, accepted for publication
3. Bakony, M., Jurkovich, V.: Az árnyékolás lehetőségei és hatása a borjakban hazai tejelő tehenészetekben

(Possibilities and the effects of shading on calves in Hungarian dairy farms). *Magy. Állatorvosok Lapja*, 143. 3–10, 2021. (in Hungarian)

A kutatás eredményeinek bemutatása tudományos konferenciákon

1. Bakony, M., Könyves, L., Jurkovich, V.: Seasonal differences in the mortality rate of pre-weaned dairy calves. In: Szenci, O., Brydl, E. (eds) *Proceedings of the 29th International Congress of the Hungarian Association for Buiatrics*, 13-16 November 2019, Hévíz, Hungary, pp. 206–210. (in Hungarian)
2. Bakony, M., Kiss, G., Jurkovich, V.: The effect of hutch orientation on primary heat stress responses of dairy calves. In: *Advancing Animal Welfare Science: How Do We Get There? – Who Is It Good For?* *Proceedings of UFAW International Animal Welfare Science Symposium*, 3-4 July 2019, Bruges, Belgium, p. 52.
3. Bakony, M., Kovács, L., Kézér, F.L., Jurkovich, V.: Heat tolerance of dairy calves in sunny and shaded environments. In: Sebastian, Opaliński (ed) *Proceedings of the XIXth International Congress of International*

Society for Animal Hygiene, 8-12 September 2019,
Wrocław, Poland, pp. 31–33.

Egyéb, a dolgozat témájában megjelent tudományos közlemények

1. Kovács, L., Kézér, F.L., Ruff, F., Szenci, O., Bakony, M., Jurkovich, V.: Effect of artificial shade on saliva cortisol concentrations of heat-stressed dairy calves. *Domest. Anim. Endocrinol.*, 66. 43–47, 2019.
2. Kovács, L., Kézér, F.L., Bakony, M., Jurkovich, V., Szenci, O.: Lying down frequency as a discomfort index in heat stressed Holstein bull calves. *Sci. Rep.*, 8. 15065, 2018.
3. Bakony, M., Könyves, L., Hejel, P., Kovács, L., Jurkovich, V.: Hőstressz tejelő tehenekben I. A tejtermelés-csökkenés hátterében álló élettani tényezők. Irodalmi összefoglaló. (Heat stress in dairy cows Part 1. – A review on physiological factors involved in milk yield loss) *Magy. Állatorvosok Lapja*, 141. 341–350, 2019. (in Hungarian)
4. Bakony, M., Könyves, L., Mézes, M., Kovács, L., Jurkovich, V.: Hőstressz tejelő tehenekben II. Az

alkalmazkodást segítő takarmányozási megoldások.
Irodalmi összefoglaló. (Heat stress in dairy cows 2. A
review on nutritional strategies to alleviate losses) Magy.
Állatorvosok Lapja, 141. 397–408, 2019. (in Hungarian)