



**ОСОБЕНОСТИ ПРИ ФОРМИРАНЕ НА МИКРОКЛИМАТА И УСЛОВИЯТА НА
КОМФОРТНОСТ В СГРАДИ ЗА МЛЕЧНИ КРАВИ ПРЕЗ ЛЯТОТО
SPECIAL FEATURES USED WHEN FORMING THE MICROCLIMATE
AND COMFORT CONDITIONS OF BUILDINGS USED FOR BREEDING
DAIRY COWS IN SUMMER**

Смиляна Ташева, Христо Христов, Румяна Иванова*
Smiliana Tasheva, Hristo Hristev, Romyana Ivanova*

***E-mail: r.ivanova@au-plovdiv.bg**

Abstract

We assessed the microclimate and comfort conditions in three buildings used for breeding dairy cows. They were kept as a group living on a permanent litter during the summer. We studied the factors of the environment, behavioural reactions of the animals, body and skin temperature, pulse and breathing frequency. Temperature-humidity index (THI) was calculated using Tom and McDowell formulas, heat resistance indices were calculated using Dmitriev and Benezra formulas.

It was found that THI ranged from 75,7 and 80,2 when using Tom's formula and between 73,0 and 74,4 when using McDowell's formula. Heat resistance indices ranged from 2,08 to 2,47. Body temperature was measured in the physiological norms. Breathing and pulse were slightly accelerated. Behavioural reactions of the animals corresponded to the temperature-humidity regime in the buildings. Based on the results, the indoor environment for the summer period in all three buildings was assessed as uncomfortable and with a danger of thermal stress.

Keywords: cows, indoor environment, THI, heat resistance indices, interior and behavior.

ВЪВЕДЕНИЕ

Производствените показатели в млечното говедовъдство често са зависими от факторите на околната среда. На първо място, сред тях Koknaroglu et al. (2008) поставят температурата, която е предпоставка за развитието на топлинен стрес у животните.

Оборният микроклимат със своите особености влияе негативно не само на здравето на кравите (Solan and Jozwik, 2009), на храненето (Gaughan et al., 2002; Mader and Davis, 2004), но и на тяхното възпроизводство (Ravagnolo и Mistzfal, 2002) и комфорт (Heidenreich et al., 2004; Broucek et al.,

2009). Тези състояния, освен от температурата, могат да бъдат повлияни и от относителната влажност и теченията както при топло, така и при студено време (Gregoriadesova and Dolezal, 2000).

Какви ще са последиците от топлинния стрес при високомлечните говеда може да съдим чрез оценка на микроклиматичните фактори, създавани в помещенията, както и от поведенческите реакции на животните. При висока температура Overton et al. (2002a) наблюдават, че относителният дял на лежащите крави намалява. Успоредно с това нараства дялът на стоящите (Shultz, 1984). При изправено положение на тялото животните ускоряват неговото охлаждане (Igono et al., 1987).

За по-пълната и точна оценка на оборната среда и на организмите възможности Evtimov i Konstantinov (1968a), Raushenbah i Erohin (1975a), Selem et Adam (1988) препоръчват снемането на интериорните показатели у животните.

Имайки предвид твърдението на Velecka et al. (2014), че топлинният стрес влияе негативно върху поведението на кравите и индексите на комфорт, си поставихме за задача да анализираме микроклимата и условията на комфорт, създавани в три сгради за крави през летен период.

МАТЕРИАЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Проучванията проведохме в продължение на три месеца (юни–септември), в три говедовъдни ферми с различен капацитет в област Пловдив. Технологиите на отглеждане на кравите в две от тях е свободно, в индивидуални боксове, а в третата – групово боксово на дълбока постеля. Фермите условно обозначихме с номера (№1, 2 и 3) с цел опазване на тяхната конфиденциалност, а проучваните сгради, обект на нашето проучване – с С 1, С 2 и С 3.

Ферма № 1 е с капацитет 110 броя крави, отглеждани свободно групово, на дълбока постеля. Сградата С 1 е за 67 дойни крави с обща площ 598,5 m², като площта за движение и почивка е 540 m². За всяка крава са осигурени по 8,06 m². Сградата е полуотворена, стените са от двойна тухла, без вътрешна и външна замазка.

Хранителната пътека е разположена от източната страна на зоната за почивка и движение по дължината на сградата. Откритите части на сградата осигуряват естествена вентилация, близка до тунелния тип. Монтирани са допълнително и 8 вентилатора (DeLaval), под ъгъл 45° над зоната за почивка и движение, всеки с мощност 0,55 kW и производителност 60 000 l/h. Същите се включват поэтапно автоматично при температури над 18 и над 25°C.

Храненето е на воля с целодажбена смеска и постоянен достъп до вода.

Почистването на тора е два пъти през годината с периодично добавяне на слама. Доенето е двукратно, в доилна зала «DeLaval» 2X5. Освен естественото осветление са монтирани над хранителната пътека 5 лампи по 100 W и 3 лампи по 200 W – над зоната за почивка и движение.

Ферма № 2 е с капацитет 500 дойни крави, отглеждани свободно в индивидуални боксове. В сграда С 2 се отглеждат 200 броя дойни крави, разделени на 4 групи. Общата площ на сградата е 2310 m², а осигуреното пространство за едно животно – 11,5 m². Сградата е стоманено-бетонена конструкция, с бетонови стенни и покривни панели.

Индивидуалните боксове са разположени от двете страни на надлъжните стени и са с размери 1,10/2,10 m. Между тях и зоната за хранене се намират торовите пътеки. Подът на сградата и индивидуалните боксове е циментов, като този на боксовете е застлан с мека гумена постелка. Между отделните боксове липсват разделителни прегради, а отпред – гърдни ограничители. Храненето е с механичен миксер сутрин и вечер.

Естествената светлина в обора се осигурява от общо 30 броя прозорци с площ от 220,5 m² и 12 броя билни проветрители с площ 62,5 m². Изкуственото осветление е луминесцентно и се осъществява от 97 броя осветителни тела с по две тръби, всяка по 40 W.

Страничните прозорци и билните проветрители през зимния период се закриват с полиетиленови платна. Механичната вентилация се реализира от 10 броя вентилатори, разположени по 5 от двете страни на хранителната пътека, над зоната за движение и хранене, всеки с мощност 0,55 kW и производителност 60 000 l/h.

Почистването на тора е с делта скреперно устройство с периодичност от 3 h. Поенето се извършва от 16 броя нипелни поилки, разпределени по 4 броя за всяка група от 50 животни. Доенето е двукратно през деня, в доилна зала тип «Рибена кост» 2X8.

Ферма № 3 е с капацитет 250 броя дойни крави, отглеждани свободно в индивидуални боксове. Сграда С 3 е за 130 дойни крави, разделени на две групи по 65. Същата е отворена метална конструкция с покрив от термпанели. Надлъжните стени са от бетон с дебелина 0,25 m и височина 1,5 m. Късите стените са също от бетон, с височина 3,0 m. Зоната на хранителната пътека е без врати и изцяло отворена. Общата площ на сградата е 1248 m², а осигурената площ за едно животно е 9,4 m².

Хранителната пътека е разположена централно. От двете страни на същата са монтирани редици от двустранни индивидуални боксове (1,25/2,20), които са разделени чрез торови пътеки от надлъжните стени и хранителната пътека. Подът е циментов, като този на боксовете е застлан с твърда гумена постелка. Вместо гумени гърдни ограничители са монтирани такива от дъски.

Естественото осветление се реализира от отворените пространства с обща площ от 170 m². Изкуственото осветление се осигурява от 14 луминесцентни тела, всяко с по 3 тръби по 40 W.

Механичната вентилация се осъществява от 8 вентилатора, поставени под ъгъл 45° (по 4 от двете страни на хранителната пътека) над редиците от индивидуални боксове. Всеки един от тях е с мощност 0,55 kW и производителност 60 000 l/h. При температури до 18°C работят през един, а при температури над 25°C се включват и останалите вентилатори.

Почистването на тора е с делта скреперно устройство през интервал от 6 h. Храненето е на воля с целодажбена смеска и постоянен достъп до вода. Доенето е двукратно през деня в доилна зала 2X12, тип «Рибена кост», оборудвана със софтуерен продукт за управление на стадото.

МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Всички микроклиматични фактори вън и вътре в сградите, както и поведенческите реакции и физиологичните показатели на животните, измервахме в 10, 12, 14, 16 и 18 часа в продължение на три дни всеки месец.

Температурата на въздуха, на пода и на кожата определяхме с ръчен мултифункционален Compact infrared thermometer 105518 с обхват от -50 до +550°C и резолюция 0,1°C, а тази на тялото – с дигитален термометър Kerbl, модел 2130; относителната влажност (%) определяхме чрез аспирационен психрометър на Asman; скоростта на движение на въздуха (m/s) – с кататермометър; атмосферното налягане (hPa) – с барометър анероид тип 103, Germany; а осветеността – с луксиметър PU 150 PRANA.

Амонякът определяхме чрез титриметричния метод със сярна киселина. Честотата на пулса и дишането измервахме с хронометър.

Изследванията на поведенческите реакции на кравите включваха общ брой на кравите; крави, които се хранят; които лежат; които стоят прави или се движат.

За да преценим доколко факторите на жизнената среда допринасят за комфортността на млечните крави, използвахме следните индекси:

Температурно-влажностен индекс по McDowell et al. (1976)

$$\text{ТВИ} = 0,72 (t_b + t_c) + 40,6$$

където:

t_b е температурата, отчетена по влажния термометър, °C;

t_i – температурата, отчетена по сухия термометър, °C.

Температурно-влажностен индекс по Том (1959)

$$\text{ИТВ} = 0,8 \times t_0 + (H_0/100) \times (t_0 - 14,4) + 46,4$$

където:

t_0 е температурата в помещението, °C;

H_0 – относителната влажност в помещението, %.

Измерването на интериорните показатели, телесната и кожната температура, честотата на пулса и дишането извършвахме съгласно с използваните методи в пропедевтиката, а до каква степен животните са устойчиви на топлинното натоварване преценявахме по индексите за топлоустойчивост на:

Dimitriev (по Hristev i avt., 2013a):

$$\text{КА} = T_d/T_c + D_d/D_c,$$

където:

T_d е дневната, а T_c – сутрешната телесна температура;

D_d – дневната, и D_c – сутрешната дихателна честота;

и Venezra (1954):

$$\text{И} = T/38,3 + D/23,$$

където:

Т е телесната температура;

Д – дихателната честота.

Резултатите са обработени статистически.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Основен елемент в технологията за производство на мляко са сградите. Една част от архитектурните им елементи според Hristev i avt. (2013b) определят границите на изкуствената микроекосистема, фокусирана в производственото помещение, а друга част от тях, като врати, прозорци, вентилационни отвори, свързват микроекосистемата с биосферата. Ето защо те трябва да бъдат проектирани и изпълнени съгласно с утвърдените у нас норми и да гарантират оптимални микроклиматични параметри за отглежданата в тях популация.

Подходящата температура и влажност в производственото помещение гарантират не само общия уют и комфорт в него, но и здравето и продуктивността на животните (Gaughan et al., 2000; Miteva, 2012; Hansen, 2007).

Оптималната температурна зона съгласно с Наредба 44 е 10–15°C при минимална 5°C и максимална 28°C. Ozhan et al. (2001) смятат, че температури над 18–20°C са в състояние да предизвикат температурен стрес при високомлечните крави.

Анализирайки посочените средни температури както на външната среда (таблица 1), така и на температурата в трите производствени сгради (таблица 2), следва да приемем, че са налице условия за температурен стрес на кравите. Най-висока средна температура на външната среда е измерена в района на ферма 2.

В сградата на същата ферма е регистрирана и най-високата средна температура – 28,2°C. В двете останали сгради – 1 и 3, температурите са почти идентични: 26,8–27,1°C. Измерената средна относителна влажност е в границите на допустимите стойности, с изключение отново за сграда 2 – 81%.

Таблица 1. Микроклимат в района на изследваните сгради през лятото
Table 1. Microclimate in the area of the studied buildings in summer

Показатели Indicators	Сграда 1 Building 1	Сграда 2 Building 2	Сграда 3 Building 3
Температура, °C Temperature, °C	28,8 ± 1,02	30,3 ± 0,85	28,5 ± 0,88
Относителна влажност, % Relative humidity, %	47,4 ± 0,41	45,1 ± 0,27	48,2 ± 0,35
Скорост на движение, m/s Movement speed, m/s	0,23 ± 0,002	0,21 ± 0,05	0,25 ± 0,025

Движението на въздуха е най-интензивно в сграда 1 (0,65 m/s), където и степента на охлаждане е най-висока. Най-слабо е движението на въздуха в сграда 3 (0,45 m/s). Интензивността на движение на въздуха и в трите сгради обезпечава поддържане на концентрацията на амоняка и на относителната влажност в хигиенни граници.

Таблица 2. Микроклимат в сградите през лятото
Table 2. microclimate in buildings during summer

Показатели Indicators	Сграда 1 Building 1	Сграда 2 Building 2	Сграда 3 Building 3
Температура, °C Temperature, °C	27,1 ± 0,23	28,2 ± 0,18	26,8 ± 0,31
Относителна влажност, % Relative humidity, %	75,4 ± 1,8	81,0 ± 1,2	64,5 ± 0,5
Скорост на движение, m/s Movement speed, m/s	0,65 ± 0,09	0,56 ± 0,05	0,45 ± 0,03
Величина на охлаждане, mJ/cm ² /s Cooling magnitude, mJ/cm ² /s	4,9	4,5	3,1
Осветеност, Lx Illumination, Lx	250-700	400-1200	400-700
Съдържание на амоняк, mg/l Ammonia content, mg/l	0,28 ± 0,002	0,25 ± 0,003	0,22 ± 0,001
Температура на леглото, °C Bedding temperature, °C	22,6 ± 0,33	25,9 ± 0,25	25,7 ± 0,12

Таблица 3. Физиологични показатели при кравите
Table 3. Physiological indicators in cows

Показатели Indicators	Физиологични граници	Сграда 1 Building 1	Сграда 2 Building 2	Сграда 3 Building 3
Телесна температура, °C Body temperature, °C	37,5-38,5	38,45 ± 0,06	38,33 ± 0,04	38,42 ± 0,03
Кожна температура, °C Skin temperature, °C	30-36	30,3 ± 0,24	33,6 ± 0,38	30,6 ± 0,06
Дихателна честота, бр./min Breathing n/min	10-30	33 ± 0,02	33,8 ± 0,6	32,7 ± 0,2
Пулс, бр./min Pulse n/min	32-80	76,7 ± 1,3	79,3 ± 0,8	77 ± 2,1

Температурата на леглото допълва цялостния комфорт в помещението. По-хладното легло в сграда 1 (с дълбока несменяема постеля) е предпочитано място за почивка от животните – 55,2% при температура над 22–25°C (таблица 3).

За да преценим доколко поддържаните фактори на оборната среда са в състояние да формират нейния комфорт или дискомфорт, използвахме температурно-влажностните индекси (ТВИ) по Tom (1959) и по McDowell et al. (1976) – таблица 4.

Таблица 4. ТВИ на проучваните сгради
Table 4. THI of the studied buildings

Ферми Farms	Сграда 1 Building 1	Сграда 2 Building 2	Сграда 3 Building 3
ТВИ THI			
по Tom (1959)	77,6	80,2	75,7
по McDowell et al. (1976)	73,7	74,4	73,0

Двата индекса показват наличие на температурен стрес. Но, ако приемем за меродавно мнението на повечето изследователи, че на индекс 72 съответстват температура 25°C и 50% относителна влажност, по-точен в оценката за това дали има наличие на топлинен стрес и в каква фаза на развитие е той е индексът на Tom. Не трябва да забравяме и обстоятелството, че стойностите на индекса не са фиксирани, а динамични през денонощието (Grant, 2009).

Таблица 5. Индекси за топлоустойчивост на кравите
Table 5. Heat Resistance Indices in cows

Ферми Farms	Сграда 1 Building 1	Сграда 2 Building 2	Сграда 3 Building 3
Индекси за топлоустойчивост Indexes for heat resistance			
По Dmitriev	2,08	2,1	2,1
По Benezra	2,43	2,47	2,42

Кравите са чувствителни повече към високите температури, отколкото към ниските. За оценка на тяхната топлоустойчивост приложихме индексите на Dmitriev и Benezra (таблица 5). И двата индекса за топлинна устойчивост на кравите, и в трите контролирани сгради, са между 2 и 2,5. Колкото тези стойности са по-малки, толкова животните са по-устойчиви на високите температури. Тези индекси за топлоустойчивост допълват ТВИ на оборната среда и показват, че кравите и в трите обора през лятото се намират в условия на дискомфорт и опасност от топлинен стрес, особено през светлата

част на деня. Същите констатации отчитат Dimov (2017) и Segnalini et al. (2013).

Температурно-влажностният индекс, характеризиращ условията в отделните сгради, е показателен и за поведенческите реакции на животните (Velecka et al., 2014) (таблица 6).

Таблица 6. Поведенчески реакции на кравите, характеризиращи комфортността им, %

Table 5. Behavioral reactions of the cows characterizing their comfort,%

Показатели Indicators	Сграда 1 Building 1	Сграда 2 Building 2	Сграда 3 Building 3
Лежат Rest	55,2	38,3	45,8
Хранят се Feed	19,5	18,7	20,5
Пият вода Drink water	1,5	2,7	2,5
Стоят прави или се движат Stand up or go move	23,8	40,3	31,2

За да регулират температурната хомеостаза на организма си, кравите от сграда 1 предпочитат прекия контакт с влажната постеля, т.е. да лежат и да преживят – 55,2%. Най-малко време за лежане в бокса отделят кравите от сграда 2 – 38,3%. Те предпочитат да се движат или да стоят прави, с което увеличават охлаждащата повърхност на тялото си (Igono et al., 1987). За критична граница на ТВИ се приемат стойностите между 77 и 87, когато леталните случаи при животните започват да нарастват (Vitali et al., 2009).

Снемането на интериорните показатели у животните допълва оценката на поведенческите им реакции, на факторите на оборната среда и на технологията на отглеждане (Evtimov i Konstsntinov, 1968b; Raushenbah i Erohin, 1975b). Данните от таблица 6 показват, че телесната и кожната температура са в границите на физиологичните норми. Запазването на организмовата хомеостаза се дължи на чувствителния дихателен механизъм (учестено дишане) и ускорената циркулация на кръвта.

В резултат на извършените изследвания можем да обобщим, че както в районите на изследваните ферми, така и в контролираните производствени сгради за млечни крави са налице условия за развитие на топлинен стрес. В подкрепа на това са по-високите от 68–70 ТВИ по Том (75,7–80,2) и по McDowell et al. (73,0–74,4), учестеното дишане и ускореният пулс. Индексите за топлоустойчивост по Dimitriev и Venezra (2,08–2,47) допълват оценката на оборната среда през лятото и в трите обора и я характеризират като дискомфортна и с опасност за топлинен стрес.

REFERENCES

- Benezra, M. V.*, 1954. A flew index for measuring the adaptability of cattle to tropical conditions, Proc. J. Animal Sci., N 13, pp. 1915.
- Broucek, J., P. Novak, J. Vokralova, M. Soch, P. Kisac, M. Uhrincat*, 2009. Effect of high temperature on milk production of cows from free-stall housing with natural ventilation. Slovak J. Anim. Sci., 42, (4): 167–173.
- Dimov, D. P.*, 2017. Vliyanie na mikroklimata i nyakoi tehnologichni parametri varhu indeksite na komfort pri svobodno otglezhdani kravi za mlyako. Disertatsiya, St. Zagora.
- Evtimov, B., G. Konstantinov*, 1968. Interior i produktivnost. Zemizdat, Sofia, 164.
- Gaughan, J. B., Holt, S. M., Hahn, G. L., Mader, T. L., Eigenberg, R.*, 2000. Respiration rate is it a good measure of heat stress in cattle? Asian–Australian Journal Animal Science, 13 (Supp C), 329–332.
- Gaughan, J. B., Mader, T. L., Holt, S. M., Hahn, G. L., Young, B. A.*, 2002. Review of current assessment of cattle and microclimate during periods of high heat load. Anim. Prod. Aust. 24, 77–80.
- Grant, R.*, 2009. A quick check for cow comfort. Dairy basics. In: Excerpts from William H. Miner Agricultural Research Institute Farm Report, September.
- Gregoriadesova, J., Dolezal O.*, 2000. Vliv vysokých teplot prostředí na skot. REVUE, řada C (technologie, technika, welfare, ekologie), VÚŽV Uhřetěves, Praha, pp. 106.
- Hansen, P. J.*, 2007. Exploitation of genetic and physiological determinants of embrionic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress, Theriogenology, 68, S242–S249.
- Heidenreich, T., W. Büscher and H. Cielejewski*, 2004. Vermeidung von Wärmebelastungen bei Milchkühen. Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft, Merkblatt, 336.
- Hristev, H., A. Nikolov, R. Ivanova, K. Kuzmova*, 2013. Sastoyanie na ograzhdashtite konstruktsii na poluotkrita sgrada za prirodosaobrazno otglezhdane na kokoshki-nosachki. Vtora mezhdunarodna konferentsiya, Hisarya. Agrarni nauki, br. 14, 231–235.
- Igono, M., Johnson H., Steevens B., Krause G., Shanklin M.*, 1987. Physiological, productive, and economic benefits of shade, spray, and fan system versus shade for Holstein cows during summer heat. J Dairy Sci. 70: 1069–1079.
- Koknaroglu, H., Otles Z., Mader T., and Hoffman M.P.*, 2008. Environmental factors affecting feed intake of steers in different housing systems in the summer. International Journal of Biometeorology 52: 419–429.
- Mader, T. L., Davis, M. S.*, 2004. Effect of management strategies on reducing heat stress of feedlot cattle: feed and water intake. J. Anim. Sci. 82, 3077–3087.
- McDowell, R. E., Hooven, N. W., Camoens, J. K.*, 1976. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. J. Dairy Sci., 59, 965–973.
- Miteva, Ch.*, 2012. Higienni aspekti na proizvodstvenata deynost pri svobodno otglezhdane na kravi za mlyako. Akademichno izdatelstvo, Trakiyski universitet, Stara Zagora, 222.

- Overton, M., Sischo W., Temple G., Moore D.*, 2002. Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behavior in a free-stall barn. *J Dairy Sci.* 85(9): 2407–2413.
- Ozhan, M., Tiizcmen, N. and Yanar M.*, 2001. "Buyukbas hayvan yetistirme. Ucuncii baski.' Atatiirk Universitesi Ziraat Fakiiltesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Raushenbah, Yu. O., P. I. Erohin*, 1975. Тепло i holodoustoychivosty domashnyh zhivotnyh. Izd. "Nauka", Novosibirsk, 31–39.
- Ravagnolo, O. and I. Misztal*, 2002. Effect of heat stress on nonreturn rate in Holsteins: Fixed-model analysis. *J. Dairy Science.* 85: 3101–06.
- Segnalini, M., U. Bernabucci, A. Vitali, A. Nardone, N. Lacetera*, 2013. Temperature humidity index scenarios in the Mediterranean basin. *Int J. Biometeorol*, 57: 451–458.
- Selem, J. A., M. Adam*, 1988. Thermal and cardiorespiratory responses of friesian cattle under Yemen climatic conditions, *Assiut Vet. Med.*, v. 13, N 26, 205–215.
- Shultz, T.*, 1984. Weather and shade effects on cow corral activities. *J Dairy Sci.* 67: 868–873.
- Solan, M., Jozwik, M.*, 2009. The effect of microclimate and management system on welfare of dairy cows (in Polish). *Wiad. Zoot.*, 1: 25–29.
- Thom, E. C.*, 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12, 57–59.
- Velecka, M., J. Javorova, D. Falta, M. Vecera, J. Andrysek, G. Chladek*, 2014. The effect of temperature and time of day on welfare indices in loose-housed Holstein cows. *Acta universitatis agriculturae et silviculture mendelianae brunensis*. Vol. 62, Number 3, pp. 565–570.
- Vitali, A., M. Segnalini, L. Bertocchi, U. Bernabucci, A. Nardone and N. Lacetera*, 2009. Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperature-humidity index in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92 :3781–3790.