



АГРАРЕН УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ
ФАКУЛТЕТ ПО АГРОНОМСТВО
КАТЕДРА "ЖИВОТНОВЪДНИ НАУКИ"

Смиляна Александрова Ташева

***Влияние на основни микроклиматични и
технологични параметри върху някои
показатели, характеризиращи комфорта
при свободно отглеждани крави за мляко***

АВТОРЕФЕРАТ

На дисертация за присъждане на образователната
и научна степен „Доктор“ по научната специалност
„Зоохигиена“

Научни ръководители:

Доц. д-р Румяна Иванова

Доц. д-р Христо Христов

Пловдив 2022

Дисертационният труд е структуриран в увод, десет глави, включително изводи, препоръки за практиката и приноси с общ обем 154 страници. Използвани са 258 литературни източници. Представени са 28 таблици и 34 фигури и 22 авторски снимки.

Дисертационният труд е обсъден и предложен за защита на заседание на разширен катедрен съвет на катедра „Животновъдни науки“ на Аграрен университет - Пловдив с Протокол № РД-1116/31.10. 2022

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 23.02 .2023 г от 11⁰⁰ часа в I^A аудитория на Агрономическия факултет на заседание на специализираното жури, назначено от Ректора на Аграрен университет със заповед № РД-16-1233 от 21.11.2022 г в състав:

Рецензенти:

Проф. дсн Живка Герговска
Проф. д-р Красимира Узунова

Становища:

Проф. д-р Йовка Попова
Доц. д-р Димо Димов
Доц. д-р Атанас Вучков

Благодарности

Изказвам сърдечна благодарност на научните ръководители доц. д-р Румяна Иванова и доц. д-р Христо Христов за оказаните методични напътствия по извеждането на експериментите, интерпретация на резултатите и тяхното представяне.

Забележка: Номерацията на таблиците и фигурите не съвпадат с тези от дисертацията.

I. УВОД

Основни проблеми при отглеждането на крави за мляко са били и остават незадоволителните хигиенни условия, и микроклимат на производствената среда, нарушения в технологичните процеси, некачествено изпълнение на строителните дейности, и други, които са причина за високата смъртност при телетата, гинекологичните, копитните и мускулно-ставните проблеми при кравите. Прилаганата специфична профилактика много често се оказва недостатъчна, за да ограничи заболяемостта, да повиши устойчивостта и да удължи стопанското използване на животните. По време на лактационния период в тялото на кравата протичат редица физиологични, биохимични и ендокринни промени, дължащи се от една страна на растящия плод, и от друга – на самата лактация. Правилното развитие на плода, количеството и качеството на издоеното мляко, и продължителността на самия лактационен период зависят не само от физиологичния, и здравен статус на животното, но и от неговата устойчивост, и адаптивност към факторите на производствената среда.

Динамичните промени в климата, съпътствани с периоди на изключително високи температури през лятото, а и не само, се превръщат в проблем за страните на Европа. Температурният фактор като един от съставните компоненти, формиращи благополучието и комфорта на кравите за мляко, през последните години са обект на непрекъсната дискусия и оценка. За тази оценка широко приложение намират индексите за комфорт.

Като се има пред вид, че комфорта е съвкупност от микроклиматични, технологични, здравни, социални, и други фактори, то преценката му само, и единствено чрез тях е недостатъчна. За да се прецени какви промени настъпват на клетъчно и органно ниво в организма, извън видимите поведенчески реакции, би следвало да се включат показатели на физиологичната адаптивност както и някои сложни метаболитни маркери на топлинния стрес.

Разкриването на специфичната връзка между животното и факторите на средата, които всъщност са специфични за всяка отделна сграда и технология, ще разшири понятието за комфорт без да се пренебрегват физиологичните дадености и норми на животните и икономическата ефективност на фермата като цяло.

II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ:

Целта на настоящия дисертационен труд е да се проучи влиянието на основни микроклиматични и технологични параметри върху някои показатели, характеризиращи комфорта

при свободно отглеждани крави за мляко в района на Горнотракийската низина.

За реализиране на целта си поставихме за изпълнение на следните задачи:

1. Измерване и анализиране на основните мезоклиматични фактори на района на контролираните сгради.
2. Строително-конструктивни особености и технологични решения на сградите за отглеждане на млечни крави.
3. Измерване и анализиране на основните елементи на микроклимата в контролираните сгради. Определяне на температурно-влажностния индекс (ТВИ) и оценка на риска от температурен стрес.
4. Определяне индексите на комфорт и влиянието на ТВИ върху тях.
5. Оценка влиянието на ТВИ върху някои физиологични и кръвни биохимични показатели на организма на млечни крави.
6. Влияние на факторите на производствената среда върху здравния статус на животните.

III. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ МАТЕРИАЛ

Проучванията са проведени в продължение на две години в три млечни говедовъдни ферми с различен капацитет в една област на Централна Южна България: град Асеновград, село. Цалапица и село Рогош. Технологиите на отглеждане на кравите в две от тях е свободно в индивидуални боксове, а в третата – групово боксово на дълбока постеля. Фермите условно са обозначени с номера (Ф1, Ф2 и Ф3), а проучваните сгради, обект на проучването със С1, С2 и С3.

И в трите ферми кравите са от породата Холщайн.

Ферма 1. Фермата се намира в землището на град Асеновград. Капацитетът на фермата е 307 броя дойни крави отглеждани свободно в индивидуални боксове. Сградата (С1), обект на нашите изследвания е за 130 дойни крави, разделени на две групи по 65. Сградата е полуотворена метална конструкция с покрив от термопанели и бетонови стени. Двустранно на хранителната пътека, между двата реда торови пътеки, са разположени срещуположно по два реда индивидуални боксове. Почистването на тора е с делта скреперно устройство, което се движи през интервал от 6 часа. Залагането на фуража е двукратно през деня и се извършва със самоходен миксер. Храненето е на воля с целодажбена смеска и постоянен достъп на вода. Доенето е двукратно през деня в доилна зала 2x12 тип «Рибена кост», оборудвана със софтуерен продукт за управление на стадото.

Ферма 2. Фермата се намира в землището на село Цалапица. Капацитетът ѝ е 500 дойни крави, отглеждани свободно в

индивидуални боксове. Сградата, обект на изследването (С2), е населена с 200 броя дойни крави, разделени на 4 групи. Сградата е затворена със стоманобетонова конструкция, бетонови стенни и покривни панели. Между отделните боксове липсват разделителни прегради. Хранителната пътека е с ширина 4,3 m. Зареждането на фуража става с механичен миксер сутрин и вечер. Почистването на тора е с делта скреперно устройство, което се движи през три часа. Доенето е двукратно през деня в доилна зала тип «Рибена кост» 2x8, все още без софтуерен продукт за управление.

Ферма 3. Намира се в землището на град Пловдив (село Рогош). Капацитетът на фермата е 110 броя крави, отглеждани свободно групово на дълбока постеля. Проучваната от нас сграда (С3) е за 67 дойни крави. Сградата е полуотворена, със стени от двойна тухла, без вътрешна и външна замазка. Естествената вентилация се доближава до тунелната. Допълнително са монтирани и 8 вентилатора (*DeLaval*) с мощност 0,55 kW, включващи се поетапно автоматично при температури над 18 и над 25°C. Покривната конструкция на сградата е от поцинкована ламарина и без изолация. Храненето е на воля с целодажбена смеска и постоянен достъп до вода. Фуражът се залага с автоматичен миксер двукратно през деня. Почистването на тора е два пъти през годината. Периодично се добавя постеля от слама. Доенето е двукратно в доилна зала „*DeLaval*“ 2x5.

МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

1. Изследване на въздуха вън и вътре в сградите

Измерванията на въздуха извършихме успоредно вън и вътре в сградите по отношение на:

температура (C°) – измервахме с помощта на живачен термометър (БДС 8451-77), аспирационен психрометър на Асман, както и със седмичен термо-хигрограф “NOVI” .

относителна влажност (%) – измервахме успоредно с аспирационен психрометър на Асман и седмичен термо-хигрограф “NOVI”.

скорост на движение на въздуха (m/s) – с Крилчат анемометър PeakTech 5170,

атмосферно налягане (hPa) – с барометър анероид тип 103, Germany.

осветеност в сградите - с луксиметър PU 150 PRAHA, *амоняк* - с газ детектор “*Portable Four – In – One*”.

Отчетено е съдържанието на въглероден диоксид и сероводород в помещенията, успоредно с измерване концентрацията на амоняк. Взети са проби въздух за регистриране на контаминацията

с микроорганизми от точките в които е измерена температурата и относителната влажност. Поради това, че не се наблюдаваха отклонения от нормалните стойности за тези параметри според Наредба № 44, не сме ги включили и коментирали в раздел „Резултати“. Отчитането на тези показатели в сградите на трите ферми, извършвахме двукратно всеки месец в часовете: 10:00 h; 13:00 h и 17:00 h в зоната за почивка, хранителните и торовите пътеки като за всяка технологична зона се включваха най-малко по пет измервания на нивото на животните (100-120 cm).

Външните измервания извършвахме двустранно на сградите, най-малко на 5 m от тях в пет последователни пункта на височина около 120 cm. Всички отчитания извършвахме целогодишно, но поради сходство в климатичните характеристики, замерени във и вътре в сградите за сезоните пролет и есен, в дисертацията се коментират данните, получени само за сезоните пролет, лято и зима.

2. Производствени сгради:

Оценка на въздухообмена и топлинния баланс на сградите извършихме съгласно възприетите методи в зоохиgienата (*Илиев и авт., 2008, Христов, 2008*) и тези за обществени сгради (*Иванов и Крапчев, 1978*).

Температурата на вътрешната повърхност на стените и на пода измервахме с ръчен мултифункционален Compact infrared thermometer 105518 с обхват от -50 до + 550°C и резолюция 0,1°C. Отчитането на тези стойности бе успоредно с регистрирането на показателите на въздушната среда. Температурата на всяка една от четирите стени измервахме в пет точки на височина 120cm., а на пода в зоната на леглата, хранителните и торовите пътеки при минимум пет пункта. Размерите на отделните елементи на сградите и на индивидуалните боксове снемехме с метална ролетка с дължина 50 m и дигитална лазерна ролетка “Hitachi”.

3. Индекси на комфорт

Наблюдението и регистрацията на необходимите данни за изчисляване на индексите на комфорт (*Grant, 2009*) извършвахме двукратно всеки месец в продължение на една година в светлата част на денонощието в часовете 11:00 h; 13:00 h; 15:00 h и 17:00 h. На базата на отчетените и осреднени данни са изчислени следните индекси:

Индекс за комфорт на кравите (ИКК) = Брой лежащи крави в боксовете/брой стоящи прави или лежащи крави x 100

Индекс за използване на боксовете (ИИБ) = Брой лежащи крави в боксовете/брой на нехранещите се крави x 100

Индекс на стоене в боксовете (ИСБ) = Брой стоящи в бокса крави и такива стъпили с предните си крайници в бокса/брой на кравите в обора x 100.

4. Физиологични изследвания на животни

В проучването са включени 18 броя холщайнски крави изравнени по период на отелване. Първото отчитане на физиологичните показатели и взимането на кръв, съвпада със сезон пролет, когато включените в проучването крави са в I-ви период на лактация (60-80-ти ден). За летен период същите крави са във II-ри период на лактация (180–200-и ден) и за сезон зима кравите са в края на лактацията си. Отчитането на микроклиматичните показатели и проследяването на физиологичните показатели е извършено през трите годишни сезона (пролет, лято и зима). Кравите са на различни лактации от втора до трета. Отчитането на физиологичните показатели е при едни и същи животни за всички сезони, с изключение на две, които са бракувани по различни причини, и са заменени с животни на същата възраст, и лактация.

Физиологичните изследвания провеждахме също двукратно всеки месец от периода на проучване, в часовете 11:00 h; 13:00 h; 15:00 h и 17:00 h:

ректална температура (°C) – с електронен термометър “Kebi”, модел 2130,

честота на артериалния пулс (удари/min), с хронометър на лицевата артерия, върху външната повърхност на долната челюст.

дихателни движения (бр/min), с хронометър, чрез проследяване движенията на ребрената дъга и хълбоците на животното.

кожна температура (°C) – с Compact infrared thermometer 105518 с обхват от -50 до + 550°C и резолюция 0,1°C. Същата е представена като средна величина от температурите измерени на челото, гърба и корема на животните.

5. Биохимични изследвания на кръвта – Венозна кръв за изследване вземахме два пъти месечно сутрин преди хранене и преди първото заснемане на физиологичния статус на изследваните животни. Кръвта получихме чрез пункция на v. Jugularis или v. Cava caudalis. За нуждите на тези анализи взехме кръв във Вакутейнери за серум - Serum separation tubes (BD SST II Advance), с обем 3 мл. Адитив - сепариращ гел формира бариера между формените елементи на кръвта и серума, след центрофугиране и силиконов активатор на кръвосъсирването, впръскан по стените на вакутейнера (Снимка 10). Получената кръв се миксира 5 – 6 пъти, а след съсирване отделения серум се центрофугира 10 мин./1300-2000 g. Изследването е проведено в лаборатория на катедра „Животновъдни

науки“ на полуавтоматичен биохимичен анализатор с готови тестове на фирма „BIOMED“ за :

кръвна захар, mmol/L; общ протеин, g/L; урея, mmol/L; креатинин, μ mol/L; холестерол, mmol/L; кортизол, η mol/L; аланинаминотрансфераза, (АЛАТ), U/L; аспаратаминотрансфераза, (АСАТ), U/L; калций (Ca); фосфор (P); магнезий (Mg); натрий (Na); калий (K) и хлор (Cl), mmol/L.

6. Обследване здравния статус на животните.

Визуално бяха установени лезиите по животните (различни изменения и увреждания по кожата: охлузвания, алопеция, отоци, язви, везикули, пустули, декубитални рани). Всяко животно, което показва отклонение при движение, без оглед на степента на окуцяване, беше отчетено като такова с куцота. Използвахме и амбулаторните дневници на фермите, като проследихме данните за период от две години (периода на проучване). Отчетен е процента на животни със съответните страдания (мастити и заболявания под общото определение „метаболитни“: кетоза, чернодробна дистрофия, индигестии, хипокалцемиа, метрити и др.) по ферми.

7. Индикатори за температурна адаптивност

Бяха изчислени индекси на Benezra и Dmitriev:

индекс за приспособимост към топлина на Benezra (1954):

$$И = T/38,3 + D/23, \text{ където}$$

Т е телесната температура, а **Д** -дихателната честота.

индекс за адаптивност към топлина на Dmitriev (1970):

$$КА = T_d/T_c + D_d/D_c$$

където **Т_д** е дневната, а **Т_с**-сутрешната телесна температура, **Д_д**-дневната и **Д_с**-сутрешната дихателна честота

За оценка на температурата и относителната влажност на въздуха използвахме *температурно-влажностния индекс на Том (1959):*

$$ИТВ = 0,8 \times T_0 + (B_0/100) \times (T_0 + 14,4) + 46,4, \text{ както и}$$

адаптиран температурно-влажностен индекс на Том за говеда на National Research Council, 1971: (Dikmen & Hansen, 2009 и Habeeb et al., 2018a)

$$ТВИ = (1,8 \times T + 32) - \{(0,55 - 0,0055 \times H) \times (1,8 \times T - 26)\},$$

където **Т** е температурата на сухия термометър в $^{\circ}\text{C}$ и **Н** – относителната влажност в %

Много автори класифицират температурно-влажностният индекс в класове, които показват нивото на топлинен стрес (Vitali et al., 2009; Habeeb et al., 2018; Mylostyvyi et al., 2019). Ние използвахме класификацията на Armstrong (1994), за да оценим състоянието на комфорт: животните са в оптимален комфорт при индекс под 72, от

72 до 80 е зоната на лекия стрес, от 80 до 90 – зоната на умерения, а при стойности над 90 – зоната на тежкия стрес.

8. Статистическа обработка на резултатите

За основна статистическа обработка на данните е използван пакет MS Excel, а за получаване на средните стойности, грешките и анализа на варианса, съответните модули на STATISTICA на StatSoft (Copyright 1990-1995 Microsoft Corp.)

За по-добра апроксимация факторите са представени в класове както следва: Сезон на отчитане: зима от месец декември до месец февруари; пролет – от месец март до месец май; и лято - от месец юни до месец септември. Използвали сме термина „сезон“ в смисъла на астрономическото понятие. На тази основа са формирани следните класове на фактора: зима – от 21 декември до 21 март, пролет - от 22 март до 21 юни, лято – от 22 юни до 22 септември.

По този начин са обособени действителните сезонни климатични особености на умерено континенталния климат на проучвания регион – високите температури от края на юни до средата на септември и ниските – от края на декември, януари и февруари.

Температурно-влажностен индекс (ТВИ): стойности до 72, от 73 до 79 и над 80 (Armstrong 1994)

ИКК и ИИБ съответно: стойности до 50%, от 51 до 69 и над 70%

ИСБ съответно: стойности до 20 %, от 21 до 30 % и над 31 % по Coock et al. (2005). Технология на отглеждане: свободно с индивидуални боксове и свободно групово.

За оценка на влиянието на контролираните фактори върху климатичните показатели на района на фермите е използван следния модел:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + S_j + e_{ijk}$$

където: Y_{ijk} е зависимата променлива (температура, влажност и скорост на движение на въздуха извън помещенията), μ е средното за модела; F_i е фиксиран ефект на фермата, S_j е фиксиран ефект на сезона отчитане, и e_{ijk} е ефекта на неконтролираните фактори (грешката);

За оценка на влиянието на контролираните фактори върху стойностите на ТВИ (в сградите) е използван следния модел:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + S_j + F*S_{ij} + e_{ijk}$$

където: Y_{ijk} е зависимата променлива (температурно-влажностен индекс ТВИ), μ е средното за модела; F_i е фиксиран ефект на фермата, S_j е фиксиран ефект на сезона отчитане, $F*S_{ij}$ е свързан ефект на фермата и сезона на отчитане и e_{ijk} е ефекта на неконтролираните фактори (грешката);

За оценка на влиянието на контролираните фактори върху стойностите на индексите на комфорт (ИИК, ИИБ и ИСБ) е използван следния модел:

$$Y_{ijklm} = \mu + F_i + G_j + S_k + TVI * F_i + e_{ijklm}$$

където: Y_{ijklm} ; е зависимата променлива (ИИК, ИИБ и ИСБ), μ е средното за модела; F_i е фиксиран ефект на фермата, G_j е фиксиран ефект на годината на проучване, S_k е фиксиран ефект на сезона на отчитане, $TVI * F_i$ е свързан ефект на ТВИ и фермата и e_{ijklm} е ефекта на неконтролираните фактори (грешката);

За оценка на влиянието на контролираните фактори върху процента лежащи крави е използван следния модел:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + G_j + T * S_k + TVI * T_i + e_{ijklm}$$

където: Y_{ijklm} ; е зависимата променлива (процент лежащи крави), μ е средното за модела; T_i е фиксиран ефект на технологията на отглеждане, G_j е фиксиран ефект на годината на проучване, $T * S_k$ е свързания ефект на сезона и технологията на отглеждане, $TVI * T_i$ е свързан ефект на ТВИ и технологията на отглеждане и e_{ijklm} е ефекта на неконтролираните фактори (грешката);

За оценка на влиянието на контролираните фактори върху стойностите на биохимичните показатели е използван следния модел:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + G_j + S_k + e_{ijkl}$$

където: Y_{ijkl} ; е зависимата променлива (биохимичен показател), μ е средното за модела; F_i е фиксиран ефект на фермата, G_j е фиксиран ефект на годината на проучване, S_k е свързания ефект на сезона на отчитане, и e_{ijkl} е ефекта на неконтролираните фактори (грешката);

За оценка на влиянието на индексите на комфорт върху процента на различните заболявания е използван следния модел:

$$Y_{ijkl} = \mu + IIK_i + IIB_j + ISB_k + e_{ijkl}$$

където: Y_{ijkl} ; е зависимата променлива (куцота, лезии, мастити, метаболитни), μ е средното за модела; IIK_i е фиксиран ефект на ИИК (в класове), IIB_j е фиксиран ефект на ИИБ (в класове), ISB_k е фиксиран ефект на ИСБ (в класове), и e_{ijkl} е ефекта на неконтролираните фактори (грешката);

Чрез анализа на вариансите (ANOVA) за модела са получени по класове на фиксираните фактори средното на най-малките квадрати (LSM).

IV. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

4.1. Състояние на основните мезоклиматични фактори на изследваните ферми

Трите говедовъдни ферми, обект на нашето проучване, са разположени в района на Централна южна България – Горнотракийската низина. В климатично отношение районът не е еднороден. Средната годишна температура е около 18°C. Средните максимални температури са в рамките на 30 - 31°C, а абсолютните максимални понякога надхвърлят 40°C. Средните минимални температури са от порядъка на 6,5°C, а годишните около 10 - 12°C.

Изследваните ферми са достатъчно отдалечени една от друга, за да се констатират известни различия в климатичните условия на местностите.

Ферма 1 е разположена в покрайнините на град Асеновград. Община Асеновград заема югоизточната част на Пловдивска област. Разположена е по двата бряга на река Асеница (Чепеларска, Чая). На север покрива малка част от Тракийската низина, а на юг обхваща обширни площи от Родопите, поради което значителна част от терена е силно пресечен и наклонен. Градът е с надморска височина около 220 m. Климатът на района е умерено-континентален. Средните летни температури са между 19,5°C и 23,7°C, като абсолютните максимални температури най-често се движат от 36 до 40,9°C. Общата сума на валежите за летните месеци (май-юни) е 157 mm или 26,5% от годишната сума. Валежите за една година са 592 mm, а за зимата 138 mm или 23,3% от общата сума на валежите. Средните дневни температури през зимата са под 5°C, т. е. зимата е мека.

Ферма 2 се намира в село Цалапица, община Родопи на област Пловдив. Времето в Цалапица се характеризира с по-резки температурни колебания от това в община Пловдив, независимо, че и двете общини са на територията на Горнотракийската низина. Селото е с надморска височина около 150 m. Намира се на 19,3 km западно от град Пловдив и на 10,9 km южно от град Съединение. Средната продължителност на слънчевото греене през лятото е 73%, а средната относителна влажност е около 71%. Измерените средни годишни температури са около 12,1°C. Най-високи абсолютни температури се измерват през периода Юли-Август.

Ферма 3 е ситуирана в източната част на град Пловдив. Градът е разположен по двата бряга на р. Марица в Горнотракийската низина. Климатът е предимно преходно-континентален, с топло лято (със средни температури около 30-31°C) и сравнително мека зима (със средни температури малко под 0°C). Средната годишна относителна влажност на въздуха е около 73%, като най-висока е през декември - 86%, а най-ниска през месец август - 42%. Средната годишна сума на валежите е 540 mm, с максимум през май-юни – 69,2 mm и минимум през септември – 31 mm.

Преобладаващите ветрове в районите на контролираните ферми са северозападните, следвани от северните.

Измерените от нас основни показатели (температура, относителната влажност и скорост на движение на въздуха), характеризиращи мезоклимата на контролираните ферми представяме на Таблица 1. От данните в таблицата се вижда, че в районите на трите ферми през лятото средните температури са над 28°C, като в района на ферма 2 те са най- високи – 30,3°C. През зимата отново в района на ферма 2 са отчетени най-ниските средни температури – плюс 2,9°C. През пролетта средните дневни температури са приблизително еднакви за районите и на трите ферми – от 19,8°C за района на ферма 2 до 21°C за района на ферма 3. По-големи денонощни амплитуди се отчитат за района на ферма 2 през пролетта. Регистрираните през периода на нашето изследване абсолютни максимални и минимални температури за района на трите ферми са 35 °C и минус 8,6 °C. Всички отчетени разлики в средните температури за различните сезони по райони на фермите са в границите на 1 - 2°C, но те са статистически незначими.

Таблица 1. Средни стойности на температурата, относителната влажност и движението на въздуха в района на фермите през различните периоди на годината

Показатели	Ферма 1	Ферма 2	Ферма 3
	X ± SE	X ± SE	X ± SE
Пролет			
Температура, °C	20,60 ± 0,30	19,80 ± 0,35	21,00 ± 0,30
Относителна влажност, %	66,00 ± 2,60	65,70 ± 2,90	67,00 ± 1,80
Скорост на движение, m/s	0,31 ± 0,03	0,30 ± 0,02	0,34 ± 0,018
Лято			
Температура, °C	28,50 ± 0,88	30,30 ± 0,85	28,80 ± 1,02
Относителна влажност, %	48,20 ± 0,35	45,10 ± 0,27	47,40 ± 0,41
Скорост на движение, m/s	0,25 ± 0,025	0,21 ± 0,05	0,23 ± 0,002
Зима			
Температура, °C	3,70 ± 0,25	2,90 ± 0,01	4,10 ± 0,40
Относителна влажност, %	70,40 ± 3,60	72,80 ± 3,40	67,90 ± 1,60
Скорост на движение, m/s	0,23 ± 0,03	0,17 ± 0,01	0,19 ± 0,01

X – средна аритметична стойност

SE – стандартна грешка на средната аритметична стойност

Изменението на температурите като резултат на глобалното затопляне, оказва негативно влияние върху комфорта и продуктивността на млечните крави, особено на тези с висок генетичен потенциал. Регистрираните стойности на средната относителна влажност са най-високи през зимния сезон и варират

между 67,9% за района на ферма 3 и 72,8% за района на ферма 2. През лятото влажността е ниска и за трите района като варира между 45,1% и 48,2%. По отношение скоростта на движение на въздуха не се установи съществена разлика за отделните райони на контролираните ферми. Най-висока скорост се отчита през пролетта (0,3 - 0,34 m/s), а най-ниска през зимен период в районите на ферми 2 и 3 (съответно 0,17 и 0,19 m/s). Поради разположението и на трите ферми в района на Горнотракийската низина не се установява статистически значим ефект на фермата по отношение на показателите температура, относителна влажност и скорост на движение на въздуха. Ефект на влияние върху трите показателя оказва единствено сезона – $p < 0,001$ (Таблица 2).

Таблица 2. Средни годишни стойности на климатичните фактори в районите на обследваните ферми и степени на достоверност

Показатели	LS	SD	±SE	Сезон, F, p	Ферма, F, p
Температура, °C	17,74	11,30	±0,295	652,243***	0,147
Относителна влажност, %	61,17	10,95	±0,692	109,313***	0,103
Движение на въздуха, m/s	0,25	0,058	±0,006	33,419***	3,129

*LS – средно на най-малките квадрати; SD – стандартно отклонение на средната аритметична стойност; SE - стандартна грешка на средната аритметична стойност; F - критерий на Фишер; P – степен на достоверност; *** - значима разлика при $p < 0,001$*

От получените резултати следва да обобщим, че районът на ферма 2 се характеризира с най-високи температури през лятото и най-ниски през зимата в сравнение с останалите две ферми, както и с най-ниска скорост на движение на въздуха. Лятото за района на ферма 1 е прохладно, а зимата мека. Най-топъл през зимата се оказва района на ферма 3 (4,1°C). В районите на трите ферми през лятото се регистрираха и абсолютни максимални температури от порядъка на 34 - 35 °C, които са над термонеутралната зона. При задържането им за по-дълъг период от време тези температури могат да станат причина за развитието на топлинен стрес при млечните крави.

4.2. Хигиенна оценка на вентилацията и архитектурно-строителните и технологични решения на изследваните сгради за млечни крави.

Основните различия между изследваните от нас сгради (Таблица 3) са по отношение на архитектурно-строителните елементи. Първата сграда е стоманена конструкция с бетонови стени с височина 150 cm, втората е изпълнена изцяло от стоманобетонови елементи, а третата е изградена от тухла. Покривът на първата сграда е от термopanели, при втората - бетонови покривни елементи без допълнителна изолация, а на третата - от поцинкована ламарина без изолация.

Типът на вентилация и в трите сгради е смесена (естествена и механична), храненето е на воля с постоянен достъп до вода. Почистването на тора в сграда 3 се извършва с булдозерна лопата, а в останалите две - с делта скреперно устройство.

Таблица 3. Характеристика на сградите

	Сграда 3	Сграда 2	Сграда 1
Вид на сградата	тухлена зидария, полуотворена	стоманобетонна конструкция и стени	отворена метална конструкция
Покривна конструкция	поцинкована ламарина без топлоизолация	бетонови покривни панели	термopanели
Технология на отглеждане	групово на дълбока постеля	свободно боксово, индивидуални боксове	свободно боксово, индивидуални боксове
Тип вентилация	естествена + механична	естествена + механична	естествена + механична
Хранене	на воля, целодажбени смески	на воля, целодажбени смески	на воля, целодажбени смески
Осветление	естествено +изкуствено	естествено + изкуствено	естествено + изкуствено
Почистване на тора	булдозерна лопата	скрепер	скрепер
Поене	автоматични поилки - корита	автоматични поилки	автоматични поилки
Необходим въздухообмен, m ³ /h	113 900	340 000	221 000
Необходима интензивност на обмяната (пъти/h): през зимата през лятото	2,8 19-28	2,8 19-28	2,8 19-28

Съгласно *Наредба 44* за всяко животно трябва да бъдат осигурени по минимум 6 m² площ от сградата. В трите изследвани ферми това изискване е спазено, дори предоставената площ надхвърля тази норма. Най-голямо е личното пространство на кравите

от ферма 2 (11,5 m²), следвано от ферма 1 (9,4 m²) и ферма 3 (8,06 m²). Следователно едно от условията за хуманно отношение към животните, гарантиращо уют и комфорт, е спазено. Ако приемем за оптимален обемът препоръчван от *Dinev & Dimova (2006)* и *Dinev (2007)*, който е между 56,3 и 72,3 m³ става ясно, че той е постигнат едва в оборите на ферма 2. В останалите две ферми този обем се оказва почти наполовина (около 25 m³), което предполага увеличаване на обема на вентилацията или на нейната честота, както през зимата, така и през лятото.

Осигуряваният хранителен фронт е по-голям от препоръчвания (0,8 m) рд ферми 2 и 3, докато за ферма 1 той е незначително по-малък - 0,74 m. Според *Dinev (2007)* това не ограничава кравата да има свободен и постоянен достъп до храната дори и когато е намален на 0,59 - 0,66 m за млечна крава. Според нас е възможно доминиращите крави да избутват по-слабите, при което се нарушават европейските изисквания за защита и благополучие на животните, базирани на петте свободи.

Изследваните от нас сгради, съобразно броя на животните и височината на страничните стени следва да осигуряват посочените в Таблица 4 въздухообмен и интензивност на обмяна. Нуждата от въздухообмен за едно животно остава същият независимо от начина на вентилиране и броя на вентилаторите.

Таблица 4. Необходим въздухообмен (m³/h) и интензивност (пъти/h) на обмяна на въздуха в сградите

Сграда	Височина на страничните стени, m	Брой крави	Необходим въздухообмен (m ³ /h)	Интензивност (кратност) на обмяна (пъти/h)
3	3	67	113900	2,8/19-28
2	4,5	200	340000	2,8/19-28
1	1,5	130	221000	2,8/19-28

За да се поддържа минималната граница на температурния неутралитет (5°C) в сграда 3 през зимата се налага увеличаване на въздухообмена близо 15 пъти, за да се отдели излишната топлина и около 5 пъти за отстраняване на излишната влага. Това налага и увеличаване на интензивността на самата подмяна на отработения въздух. Всъщност съществуващият недостатъчен въздухообмен и ниска интензивност на подмяна са причина за задържане на излишната влага през зимата, а през лятото и на излишната топлина.

При сграда 2 се наблюдава обратното - налице е над два пъти по-висок въздухообмен през зимата (с над 115350 m³/h), с което

отделената топлина се изхвърля навън. През лятото недостигът на пресен въздух се увеличава многократно. Ако през този период не се включват допълнителни вентилационни мощности, поддържането на топлинната хомеостаза при животните ще бъде нарушена. Това поставя под въпрос доколко направената промяна на технологията на отглеждане с козметичните корекции на сградата са дали отражение върху комфорта на кравите и общата ефективност на самата ферма.

При сграда 3 действителният въздухообмен, както за отстраняване на излишната влага, така и за отстраняване на излишната топлина, е крайно недостатъчен и през двата сезона, но най-чувствителен е този недостиг по отношение на излишната топлина. Ако приемем, че за всяка крава са необходими около 1700 m³/h свеж въздух съгласно *Gooch (2007)*, то в сграда 3 трябва да се гарантира въздухообмен от 115 000 m³/h, в сграда 2 – 340 000 m³/h и в сграда 1 – 221 000 m³/h. Видно е, че действителният въздухообмен и в трите сгради е много под необходимия. Топлинният баланс при изследваните сгради го разглеждаме на база брой животни, живо тегло, както и на различията в архитектурно-строителното им и технологично решение. Направените разходи на топлина през зимата и при трите сгради са по-големи от постъпленията. Най-високи са разходите при затворената сграда 2 (639 174 kJ/h). Една от причините за това според нас е ниската плътност на населяване на животните. Най-ниски разходи се констатира в отворената сграда 1 (135359 kJ/h).

През лятото в сграда 2 се наблюдава почти изравнен топлинен баланс. По-високите разходи на топлина при сграда 3, както през зимата, така и през лятото са във връзка със затопляне на дълбоката постеля и изпаряването на влагата от нея. При сграда 1 разходите са около 4 пъти по-малки от приходите. Определената Δt на нулевия баланс показва, че поддържането на температура от 5°C в сграда 3 ще продължи до момент, в който външните температури се понижат под 0,7°C, за сграда 2 – под минус 7,5°C и за сграда 1 – под минус 1,6°C. Тази температура не е рискова за говедата, но тя все още съществува като минимален праг в действащата *Наредба 44*, на базата на която са направени и нашите съждения. Прави впечатление, че масивната (затворена) сграда е с по-добри топлотехнически качества от двете отворени, което я правят подходяща за райони с кратки и резки температурни колебания на външната температура. Размерите на отделните технологични елементи на боксовете са спазени с изключение на височината на гръдния ограничител във ферми 1 и 2 (30-35 cm), което създава дискомфорт при ставане на животните. По-високият преден ръб на яслата във ферма 3 (55 cm) е съобразен с едрината на кравите и не го отчитаме като недостатък.

В заключение можем да обобщим, че поради неправилно позициониране на вентилаторите и недостатъчният им брой, вентилацията е неефективна: необходимият въздухообмен в сгради 1 и 3 е недостатъчен както през зимата, така и през лятото, а в сграда 2 – през лятото. Топлинният баланс през зимата и при трите контролирани сгради е отрицателен. Основна причина за това при сграда 2 е почти два пъти по-голямата площ осигурена на едно животно, а за сграда 3 високата влажност на дълбоката постеля през цялата година.

4.3. Основни елементи на микроклимата в контролираните сгради

Подходящата температура и относителна влажност в производствените помещения гарантират уюта и комфорта на животните в тях, а също са предпоставка за добро здраве и максимална продуктивност.

Таблица 5. Средни стойности на факторите на микроклимата в контролираните сгради

Показател и	Пролет			Лято			Зима		
	Сграда 1	Сграда 2	Сграда 3	Сграда 1	Сграда 2	Сграда 3	Сграда 1	Сграда 2	Сграда 3
Температура, °C	22,2	23	24,1	29,2	29,5	28,5	5,2	7,5	8,5
Относ. влажн, %	70	75	73	67	82	81	73	89	78
Скорост на движ, m/s	0,22	0,28	0,36	0,45	0,55	0,65	1,2	1,5	0,9
Величина на охлажд, mJ/cm ² /s	8,8	9,5	10,2	9,7	8,5	9,9	11,2	13,9	9,8
Осветеност, Lux:	400-600	350-750	200-450	400-1200	400-700	250-700	250-550	220-700	180-450
Съдърж. на амоняк, mg/l	14,4	8	15,2	0,25	0,22	0,28	0,21	0,18	0,24
Темп. на леглото, °C	16,8	18,5	12,5	25,9	25,7	22,6	4,3	6,3	2,5

Представените на таблица 5 средни стойности на изследваните хигиенни показатели в контролираните сгради демонстрират собствен характер на динамика за всяка сграда, но и определена зависимост от факторите на външната среда. Съпоставени с препоръчваните в *Наредба № 44* стойности следва, че през зимата кравите от тези ферми са поставени в среда с

температури около и над 5° С, а през лятото – в близки или по-често превишаващи горната допустима (28° С) граница.

Нивото на осветеност и в трите ферми съответства на физиологичните потребности на животните дори и през зимния период, докато през останалите сезони притоът на светлина е два до три пъти по-висок. Липсата на достатъчно светлина, независимо от доброто хранене на животните, може да се превърне във водеща причина за слаба полова активност и ниска заплодяемост.

Отчетени са високи стойности на амоняк за трите ферми, през трите сезона, като логично най-високи са стойностите във ферма 3, където животните се отглеждат на несменяема постеля. В сграда 1 през пролетния сезон стойностите на амоняка неколккратно надвишават допустимите стойности (0,02 mg/l) поради ниската скорост на движение на въздуха.

Установи се висока корелационна зависимост на температурата на въздуха, тази на пода и на движението на въздуха от архитектурно-строителното, и технологично решение на производствените сгради. Относителната влажност е в отрицателна корелативна връзка не само с типа на сградата, но и с поддържаната температура в тях. Сезонът на изследване също оказва високостепенно влияние върху температурата на въздуха, на тази на пода и на движението на въздуха в производствените сгради, но не и на влажността в тях (Таблица 6).

Таблица 6. Корелационни зависимости между изследваните показатели и степен на достоверност

	Температура 2, °C	Температура 3, °C	Относителна влажност 2, %	Движение на въздуха, m/s
Сезон	0,97***	0,91***	-0,1	0,90***
Ферма	0,99***	0,93***	-0,47***	0,8***

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

Температура 2 – вътрешна температура; Температура 3 – температура на пода; Относителна влажност 2 – относителна влажност на вътрешния въздух; Движение на въздуха – движение на въздуха в сградите

Използването на осреднените стойности на температурата и влажността, измервани обикновено през светлата част на деня (7, 14 и 21 часа), не дават точна, а обща представа за температурно-влажностния режим в сградите. Каква е ширината на техните амплитуди и каква е тяхната продължителност, най-често остават скрити. За да се отключи конкретна стресова реакция от изключителна важност са както силата (тежестта) на фактора, така и

неговата продължителност. За това ние извършихме и денонощно проследяване динамиката на температурата и относителната влажност, за да получим по-точна представа за реалното състояние на тези екологични фактори през най-топлите и най-студените дни от годината. От заснетите термо-хигрограми се вижда, че температурите през лятото в сграда 2 се колебаят от 20 до 40°C с амплитуди понякога по-големи от 20°C. Относителната влажност в същото време варира между 30 и 90 %. През зимата амплитудите, както на температурата, така и на относителната влажност, са почти два пъти по-малки. Измерваните температури са се колебали между 0 и 10 °C.

В отворената сграда 1 (подобно и в сграда 3) колебанията на температурите през лятото се движат в диапазона 18 - 33°C с денонощни амплитуди от около 15°C. Относителната влажност в по-голямата си част следва колебанията на външната влажност и е между 32 и 80%. Температурите през зимата в тези сгради най-често се движат около нулата (- 6 и + 8°C). Това кара животните инстинктивно да се събират към вътрешността на сградите. Подобна картина се наблюдава и през лятото като групирането е основно в зоните на по-свеж и хладен въздух. При затворената сграда, както през лятото, така и през зимата, изписваните термо- и хигрограми показват известна последователност и закономерност през денонощието, докато при отворените сгради тази закономерност липсва. Колебанията са в по-малки граници, следвайки външните температура и влажност или се припокриват напълно с тях. Това показва, че температурно-влажностният режим в двете отворени сгради зависи в по-голяма степен от атмосферните фактори за разлика от затворената сграда. В подкрепа на това е и намерената температурна разлика на нулевия баланс, която при сграда 1 е минус 1,6 °C, а за сграда 3 е 0,7 °C, докато за сграда 2 е минус 7,5 °C. Времето, за което вътрешната температура се изравнява с външната (фазово отклонение) при затворената сграда е средно $3,8 \pm 0,5$ часа срещу $1,5 \pm 0,3$ часа при отворените сгради. Имайки пред вид препоръките в *Наредба № 44* относно оптималните граници на относителната влажност в помещенията за крави (70-75% при минимална 50% и максимална 85%), можем да заключим, че по-голямата част от данните, за трите сгради и за отделните сезони на годината, са в рамките на допустимите. До каква степен температурата и влажността в сградите могат да се приемат за съответстващи на физиологичните потребности на животните, зависи, и от движението на въздуха, и неговата охлаждаща способност. Резултатите от нашите изследвания показват, че движението на въздуха и величината на охлаждане през лятото са доста ниски, и в трите ферми - от 0,45 до 0,65 m/s, и от 3,1 до 4,8

mcal/cm²/s. През зимата скоростта на въздуха надвишава от 3 до 5 пъти възприетата норма, която е 0,3 m/s. В случаи, че тази скорост се запази за по-дълъг период от време, особено при температури под 0°C, възниква предпоставка за студов стрес. В подкрепа на това е и регистрираната по-висока от препоръчваната (5-8 mcal/cm²/s) величина на охлаждане почти през всички сезони на годината. Това налага при температури под 10 °C да не се допускат въздушни течения. Факторите на микроклимата диктуват благополучието и поведението на животните, в това число и отделеното време за лежане. Направената от нас топография на подовите температури през лятото и зимата отразяват различията в поведенческите реакции на кравите като следствие на технологията на отглеждане. Измерените от нас високи температури в сгради № 1 и 2, и на леглата в тях през лятото, са причина кравите да се групират основно в зоната на действие на вентилаторите, като по-голямата част от времето си остават прави, за да се охлаждат поради това, че гумената постелка не е в състояние да охлади своевременно тялото им. В същото време, за кравите от сграда № 3, където по всяко време е налична влажна и хладка постеля, тя се превръща в предпочитана зона, където остават да прекарат до 55,2% от времето си в лежане.

В заключение може да обобщим, че микроклиматът, формиращ се във всяка сграда, е резултат от броя на животните в сградата, технологията на отглеждане, конструктивно-строителната им характеристика и сезона. Температурата и относителната влажност в контролираните сгради през трита сезона на годината са приблизително еднакви.

4.4. Температурно-влажностен индекс и комфорт

4.4.1. Температурно-влажностен индекс

От средно дневните стойности на ТВИ за районите на трите ферми (Фигура 1) се вижда, че през летния сезон, дори при възможност за отглеждане на открито, се отчитат стойности, които предразполагат към топлинен стрес при кравите за мляко – от 71,15 до 74,50. Поради това, че изследваните ферми са разположени в района на Горнотракийската низина, ТВИ и за трите района през летните и през преходните периоди са приблизително еднакви. Най-висока средна стойност на ТВИ на външната среда обаче е измерена в района на ферма 1 през лятото (74,5), когато са регистрирани и най-високите абсолютни стойности от 35 °C, а през пролетта - в района на ферма 3 (66,05). Тези стойности са под приеманата граница за температурно-влажностен комфорт за млечните крави, но може да се окаже и възможен риск, макар и по-слаб, за развитието на температурен стрес. Една от измерените най-високи средни температури през лятото (29,2 °C) е в сградата на ферма 1.

Фигура 1. Средни стойности и вариране на ТВИ в сградите и в района на фермите и по сезон на отчитане

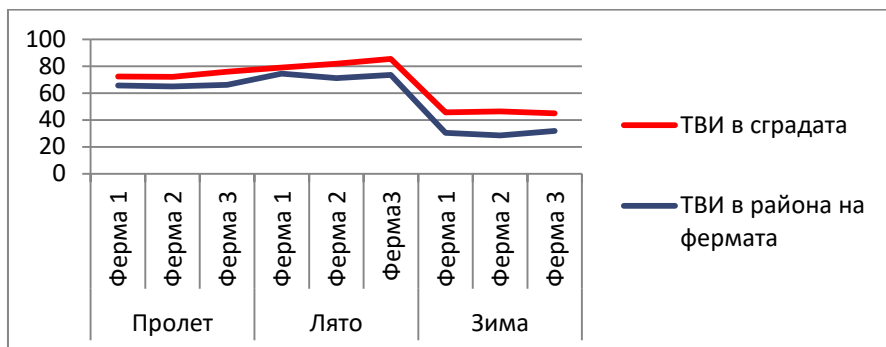


Таблица 7. Средни стойности и вариране на ТВИ по ферми и сезони

Ферма	Температурно влажностен индекс			
	$X \pm SE$	SD	min	max
пролет				
Ферма 1	$72,25 \pm 0,739$	2,56	69,8	74,7
Ферма 2	$72,05 \pm 0,317$	1,10	71,0	73,1
Ферма 3	$75,80 \pm 1,327$	4,60	71,4	80,2
лято				
Ферма 1	$78,95 \pm 0,196$	0,68	78,3	79,6
Ферма 2	$81,80 \pm 0,181$	0,63	81,2	82,4
Ферма 3	$85,40 \pm 0,121$	0,42	85,0	85,8
зима				
Ферма 1	$45,55 \pm 0,497$	1,73	43,9	47,2
Ферма 2	$46,40 \pm 0,030$	0,10	46,3	46,5
Ферма 3	$44,80 \pm 1,146$	3,97	41,0	48,6

X – средна аритметична стойност; SE – стандартна грешка на средната аритметична стойност; SD – стандартно отклонение на средната аритметична стойност

Всички отчетени средни стойности на ТВИ в контролираните сгради през пролетта и лятото превишават тези, които се приемат за оптимален (72) температурно-влажностен комфорт на кравите (Таблица 7). От всичко казано се вижда, че през лятото, освен в сградите, и в района на трите проучвани ферми, се отчитат дневни стойности на ТВИ, които попадат в или извън зоната на комфорт при кравите за мляко, определяни от различните автори като лек стрес или сигнализиращи за опасност от топлинен стрес.

От направеният анализ на варианса (Таблица 8) се отчита значим ефект ($p < 0,001$) на фермата, на сезона и на свързания ефект на фермата по сезони, които всъщност представляват интерес за настоящото проучване. Установеният значим ефект на сезона по ферми показва, че стойностите на ТВИ се различават значимо в проучваните ферми, независимо от тяхното разположение в една и съща климатична зона на страната.

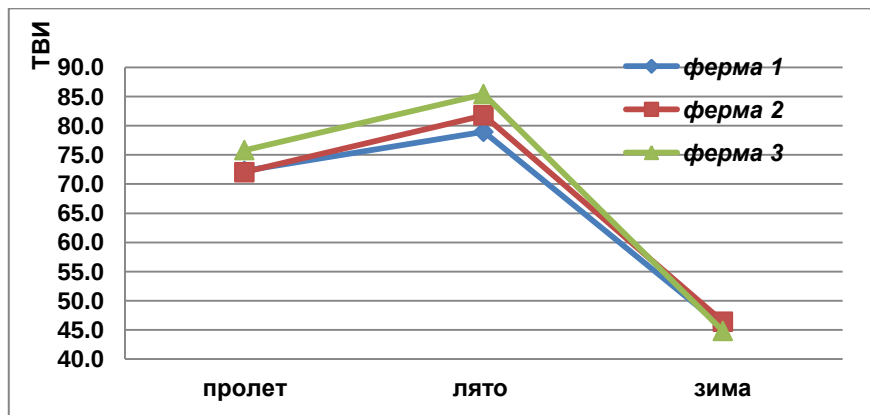
Таблица 8. Анализ на варианса за влияние на средовите фактори върху стойностите на ТВИ

Източници на вариране	Степени на свобода (n-1)	ТВИ		
		MS	F	p
Общо за модела	8	3312,32	612,68 ***	
Ферма	2	87,3	16,15 ***	
Сезон	2	13062,8	2417,1 ***	
Ферма*сезон	4	49,6	9,18 ***	
Грешка	99	5,4		

*MS – среден квадрат; F – критерий на Фишер; p – степен на достоверност; * – значимост при $p < 0,05$; ** – значимост при $p < 0,01$; *** – значимост при $p < 0,001$; – няма значим ефект*

От представените LS-средните стойности на ТВИ (Фигура 2), получени от модела се вижда, че разликите между фермите са големи за сезон лято – най-високи са отчетените стойности във ферма 3 (85,4), а най-ниски във ферма 1 (79,0).

Фигура 2. LS-средни стойности за ТВИ по ферми и сезон на отчитане



Отчетените средни стойности за ферма 3 през лятото според класификацията на *Segnalini et al. (2013)* попадат в графата аварийни или предупреждаващи за възможна сериозна опасност от температурен стрес за животните.

Резултатите от нашите изследвания показват, че условия за топлинен стрес при млечните крави в района на Горнотракийската низина са възможни не само през лятото, но и през пролетта, когато стойностите на ТВИ достигат 72-75. В този смисъл може да прогнозираме, че за в бъдеще критичните дни през годината в България ще продължат да нарастват на фона на общото глобално затопляне.

4.4.2. Индекси на комфорт

Влиянието на контролираните фактори върху стойностите на трите индекса на комфорт е отразено на таблица 9.

Таблица 9. Анализ на варианса за влияние на контролираните фактори върху стойностите на трите индекси на комфорт

Източници на вариране	Степени на свобода (n-1)	ИКК		ИИБ		ИСБ	
		MS	F p	MS	F p	MS	F p
Общо за модела	8	243,67	63,77 ***	734,07	21,54 ***	426,33	294,18 ***
Ферма	1	195,5	41,74 ***	2107,8	61,85 ***	797,54	550,33 ***
Година	1	1,4	0,38 -	0,8	0,02 -	0,16	0,11 -
Сезон	2	46,9	12,26 ***	945,8	27,85 ***	274,96	189,73 ***
ТВИ*Ферма	4	435,4	113,94 ***	349,4	10,25 ***	125,79	86,80 ***
Грешка		3,8		34,1		1,45	

MS – среден квадрат; F – критерий на Фишер; p – степен на достоверност
ИКК - индекс на комфорт на кравите; ИИБ - индекс на използване на бокса
*ИСБ - индекс на стоене в бокса; * - значимост при $p < 0,05$; ** - значимост при $p < 0,01$; *** - значимост при $p < 0,001$; – няма значим ефект*

Поради близките стойности за двете години не се установи влияние на годината върху отчитаните индекси. Значим ефект на влияние върху трите индекса на комфорт оказват фермата, сезона на отчитане и свързания ефект на фермата по стойности на ТВИ (при $p < 0,001$). Обезпокояващ е факта, че две трети от индексите на комфорт, оценени по класификацията на *Armstrong (1994)* попадат в категорията на лек, средно тежък и тежък стрес (Таблица 10).

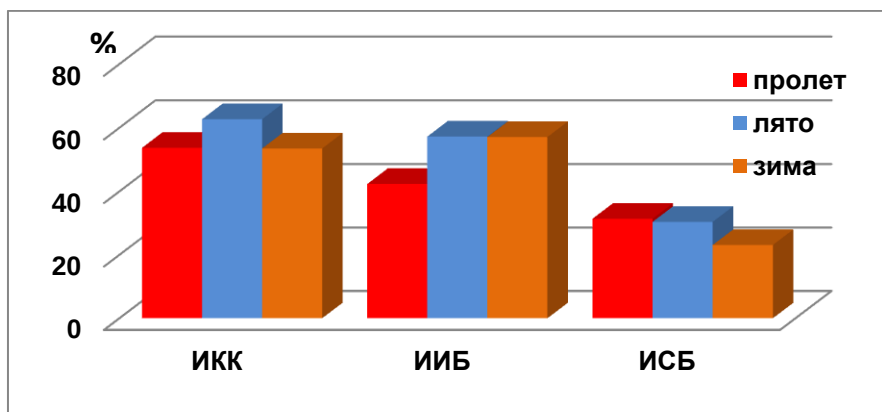
Таблица 10. *LS-средни стойности на индексите на комфорт в зависимост от температурно-влажностния индекс*

ТВИ -клас	Брой	ИКК, %	ИИБ, %	ИСБ, %
≤72	54	65,82 ± 1,44	61,89 ± 1,942	20,54 ± 0,82
От 73 до 79	18	60,37 ± 0,65	50,37 ± 3,02	28,50 ± 0,84
≥80	36	63,87 ± 1,89	62,03 ± 1,86	29,37 ± 1,29

ИКК - индекс на комфорт на кравите; ИИБ - индекс на използване на бокса
ИСБ - индекс на стоене в бокса

На фигура 3 са представени средните стойности на индексите на комфорт в зависимост от сезона. Нашата констатация е, че през отделните сезони двата индекса (ИКК и ИИБ) варират като най-високи са през лятото – 60 и 55% съответно. През пролетта са между 40 и 50%, а през зимата 50-55%.

Фигура 3. *LS средни стойности за индексите на комфорт в зависимост от сезона*



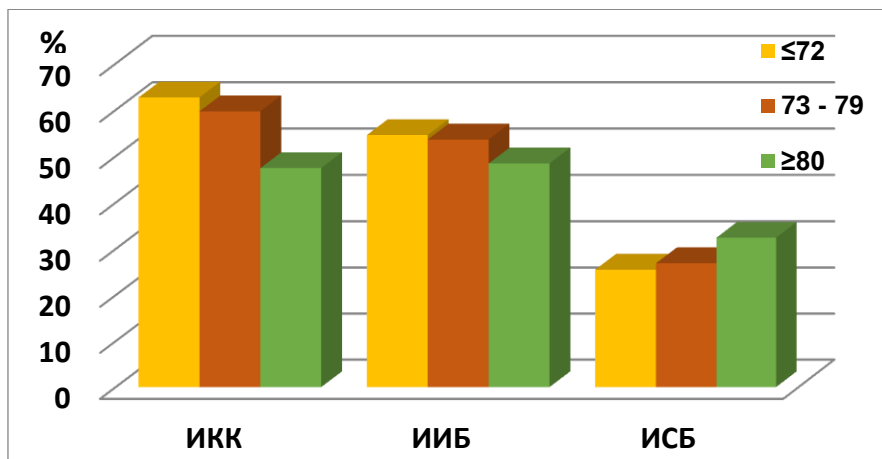
ИКК - индекс на комфорт на кравите; ИИБ - индекс на използване на бокса
ИСБ - индекс на стоене в бокса

Налице са и видими разлики в стойностите на трите индекса на комфорт при еднакви стойности на ТВИ (Фигура 4). Тези разлики стават още по-осезателни при по-високите стойности на индекса. Причина за това според нас са архитектурно-строителните и топлотехнически качества на самите сгради в които вземат участие както строителните материали, така и ограждащите конструкции, технологичното обзавеждане, броя, и продуктивността на самите

животни. Докато при отворената сграда от стоманена конструкция факторите на средата са зависими от тези на външната среда като ги следват с фазово отклонение около 1,5 часа, при затворената сграда това отклонение е 3,5 часа. За това ние смятаме, че тези сгради са по-подходящи за кратки и резки температурни колебания на външната температура, при което вътрешната температура се запазва по-дълго време в допустимите граници

При проследяване нивото на комфорт на кравите съгласно ТВИ, класифициран по *Armstrong (1994)*, се вижда, че индексите ИКК и ИИБ са в зоните на лек до умерен дискомфорт като варират между 50 и 60% (Фигура 5 и 6). При нарастване на ТВИ над 80, процентът на ИКК също расте и се запазва при ферма 1 докато при ферма 2 процентът намалява до 42-45%.

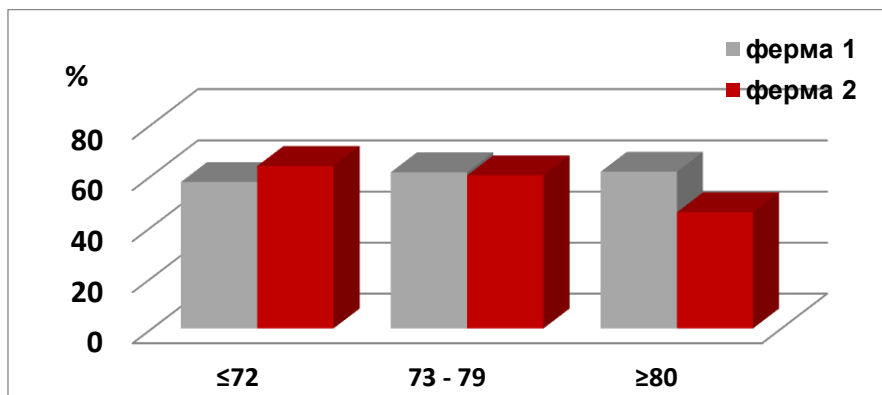
Фигура 4. LS средни стойности за индексите за комфорт в зависимост от стойностите на ТВИ



ИКК - индекс на комфорт на кравите; *ИИБ* - индекс на използване на бокса
ИСБ - индекс на стоене в бокса

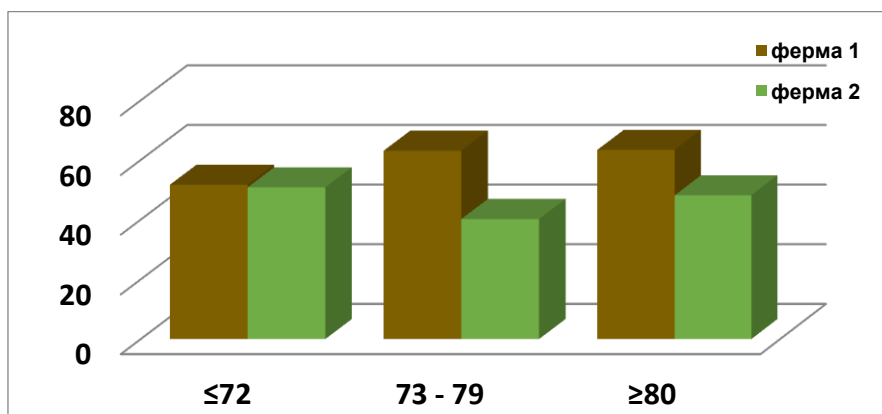
Количественото определяне на комфорта при кравите за мляко зависи от ИКК. Всъщност този индекс отчита поведението на животното в бокса. Колкото по-висок е този индекс, толкова е по-добър комфорта и по-високо е благополучието на животните. През пролетта ИКК и в двете ферми е почти еднакъв (57,7-58,8%) докато през лятото във ферма 2 индекса намалява с 15,7%. През зимата обаче индекса отново нараства спрямо ферма 1 с около 10%. Въпреки това, много добри условия за комфорт на кравите за мляко не са достигнати в нито една от контролираните от нас сгради.

Фигура 5. *LS* средни стойности за ИКК по ферми в зависимост от ТВИ



Според Rao et al., (2014) тези стойности на индекса трябва да са 85-90%. Разчитането на диаграмата доказва още, че сграда 2 осигурява по-висок процент на оптимални условия от сграда 1 при ТВИ до 72. В сграда 1 възможностите да бъдат избегнати случаите на умерен и тежък дискомфорт при кравите се увеличават с нарастването на ТВИ

Фигура 6. *LS* средни стойности за ИИБ по ферми в зависимост от ТВИ



Температурно-влажностният индекс, характеризиращ условията в отделните сгради, е показателен и за поведенческите

реакции на животните, но същият не може да бъде приложен при млечни крави, отглеждани свободно на дълбока постеля. Въпреки това, представените данни от поведенческите реакции на животните, отглеждани свободно-боксово и на дълбока постеля дават отговор на въпроса кой от двата варианта на свободното отглеждане предоставя по-комфортни условия през лятото (Таблица 11) и през зимата (Таблица 12).

За да регулират организмовата си хомеостаза кравите от сграда 3 предпочитат прекия контакт с влажната постеля, т. е. да лежат и преживят – 55,0% вместо да стоят прави. Най-малко време за лежане в бокса отделят кравите от сграда 2 – 38,5%. Те предпочитат да се движат или да стоят прави, с което увеличават охлаждащата повърхност на тялото си.

Таблица 11. Основни поведенчески реакции на кравите през лятото

Ферма Поведение	Сграда 3		Сграда 1		Сграда 2	
	Брой животни	%	Брой животни	%	Брой животни	%
Лежат	45,2±18,7	55±5,4	62,6±15,2	47,8±4,6	77±21,8	38,5±4,8
Хранят се	13,5±1,8	19,5±2,2	25,8±1,8	19,6±1,3	37±2,4	18,5±0,9
Стоят прави или се движат	16,2±1,2	24,2±0,5	35±2,1	30,8±1,9	80,2±2,2	40,6±1,3
Пият вода	1±0,05	1,5±0,3	3,5±1,2	2,2±0,8	5,4±1,3	2,2±0,6

Таблица 12. Основни поведенчески реакции на кравите през зимата

Ферма Поведение	Сграда 3		Сграда 1		Сграда 2	
	Брой животни	%	Брой животни	%	Брой животни	%
Лежат	38±2,5	56,6±3,8	48,2±4,5	37,1±2,9	71±8,1	35,5±3,8
Хранят се	30,4±1,9	45,3±2,9	20±3,6	15,4±3	35±2,8	17,5±1,2
Стоят прави или се движат	8±2,8	12±1,7	40,5±5,5	31,2±4,2	40±5,9	20±1,9
Пият вода	1±0,1	1,5±0,2	-	-	-	-

Подобна картина се наблюдава и през зимния период. Дълбоката постеля осигурява по-топло легло, което е предпочитано от 56,6% от животните в сравнение с по-студените гумени постелки на индивидуалните боксове, където броят на лежащите крави е 37,1 и 35,5% съответно.

През пролетта (Таблица 13) отново броят на лежащите крави е най-голям в сградата с дълбока постеля – 58%. Поради по-често измерваните високи ТВИ броят на лежащите крави, отглеждани свободно-боксово през този период е по-голям в сградата със стоманобетонната конструкция (сграда 2) - 43,5% в сравнение със сграда 1 – 36,9%.

Таблица 13 Основни поведенчески реакции на кравите през пролетта

Ферма Поведение	Сграда 3		Сграда 1		Сграда 2	
	Брой животни	%	Брой животни	%	Брой животни	%
Лежат	39±2,2	58±2,8	48±6,5	36,9±2,5	88±9,6	43,5±2,8
Хранят се	12±0,9	17,9±1,7	42±3,6	32,3±3	43±2,5	21,5±1,2
Стоят прави или се движат	14±1,8	21,9±1,4	34±3,5	26,2±2,3	65±5,1	32±1,5
Пият вода	2±0,3	2,4±0,5	5±0,7	3,8±1,2	6±1,5	3±0,8

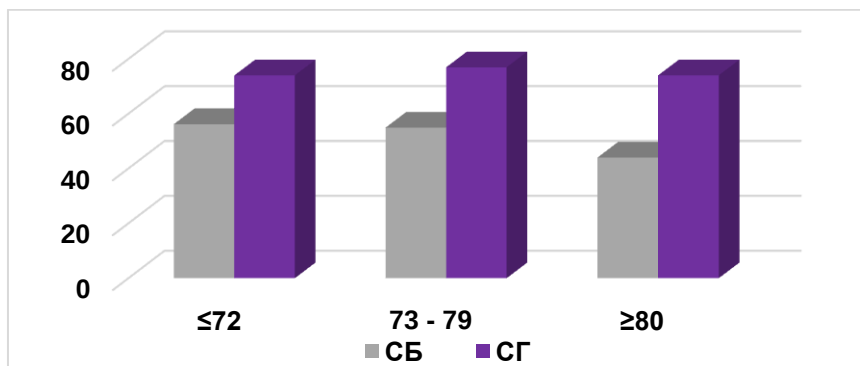
Според нас това е резултат на по-добрия й топлинен баланс и на по-голямото фазово отклонение, което предоставят ограждащите конструкции в сравнение с тези на откритата сграда (сграда 1), в която вътрешните температури почти се препокриват от външните. Следователно условията на комфорт в изследваните сгради може да отнесем към категорията „добри“. При оптимален ТВИ използването на боксовете и в двете сгради е почти еднакво. С повишаване на ТВИ използването на боксовете нараства при кравите от сграда 1 докато в сграда 2 намалява. При оптимален ТВИ стоенето в боксовете е почти равностойно и в двете ферми.

С повишаване стойностите на ТВИ броят на стоящите в боксовете крави нараства в сграда 2 докато в сграда 1 той намалява. Относителният му дял нараства почти два пъти с повишаване на ТВИ през лятото. Лежането е предпоставка за комфорт, по-висока млечност, по-добро общо здраве, по-малко проблеми с крайниците и прочие. За това ние направихме сравнение между двете сгради с

технология на свободно с индивидуални боксове за почивка и сграда 3 с технология свободно групово на дълбока постеля .

През всички сезони на годината лежащите крави, отглеждани свободно групово, са от 15 до 30% повече спрямо отглежданите свободно в индивидуални боксове. Независимо от зоните на комфорт процентът на лежащите крави отново е по-висок с 15 до 30% при отглежданите крави свободно групово (Фигура 7). Значим ефект се отчита при процента крави, които лежат и при двете технологии в зависимост от сезона ($p < 0,001$) и ТВИ ($p < 0,05$ – Таблица 14).

Фигура 7. Процент лежащи крави при двете технологии в зависимост от стойностите на ТВИ



СБ – свободно боксово отглеждане, СГ – свободно групово отглеждане

Таблица 14. Анализ на варианса за влияние на контролираните фактори върху процента на лежащите крави от общия брой

Източници на вариране	Степени на свобода (n-1)	Процент лежащи крави	
		MS	F p
Общо за модела	9	1702,32	36,10 ***
Година	1	60,6	1,28 -
Сезон*технология	2	15,96,9	33,87***
Технология	1	81,48,0	172,81***
ТВИ*технология	3	162,2	3,44*
Грешка	98	47,2	

MS – среден квадрат; F – критерий на Фишер

p – степен на достоверност, *- значимост при $p < 0,05$; **- значимост при $p < 0,01$;

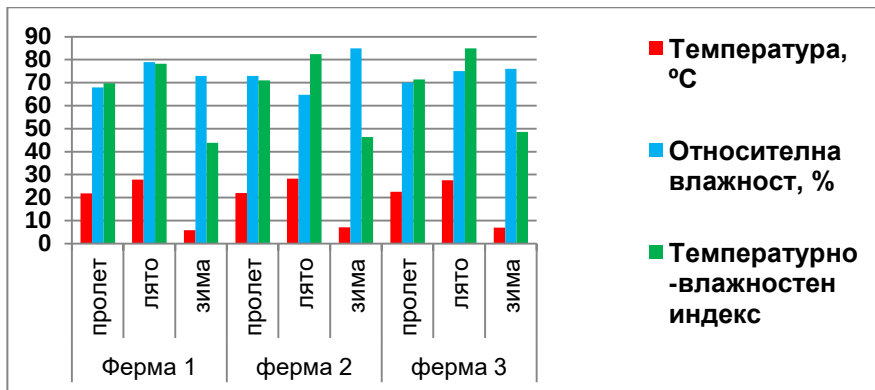
***- значимост при $p < 0,001$; – няма значим ефект

4.5. Влияние на температурно-влажностния индекс върху някои физиологични и биохимични параметри у животните.

4.5.1. Влияние на температурно-влажностния индекс върху някои физиологични промени у животните.

Ефектът на климатичните промени върху физиологичните характеристики на говедата могат да бъдат използвани за определяне на реакциите им към топлинен стрес

Фигура 8. Средни стойности на факторите на микроклимата в контролираните сгради



Съгласно фигура 8 средните стойности на температурата и относителната влажност варират като преминават през периоди с нежелан температурно-влажностен режим, най-вече през лятото и пролетта. През зимата най-ниска средна температура (5,8 °C) е измерена в сграда 1, а най-висока (7,1 °C) в сграда 2. През лятото най-високата измерена средна температура е в сграда 2 (28,5 °C). През същият период в сграда 3 е измерена 27,5 °C, а в сграда 1 около 28 °C. Средната максимална стойност на индекса през лятото гони 85. Отчетените през пролетта стойности се движат около и над приеманата за оптимална граница, а именно между 70 и 75. През зимата най-честите регистрирани средни стойности са около 50. При анализ на данните от термограмите става ясно, че през лятото, дори и през пролетта, регистрираните абсолютни максимални стойности са достигали 35-40°C, а индексът е надхвърлял 90. При нашите изследвания констатирахме ускоряване на дишането и на пулса, който остава все още в границите на референтните стойности. При стойности на ТВИ между 72 и 78, и повече, ректалната температура леко надхвърля физиологичните граници (Фигура 9). Дишането почти удвоява честотата си. Налице е тенденция за повишаване на

ректалната температура на кравите спрямо физиологичните граници при всички нива на ТВИ. Това по всяка вероятност е реакция на организма, опитващ се да възстанови топлинния си баланс.

Фигура 9. Стойности на физиологичните показатели по ферми

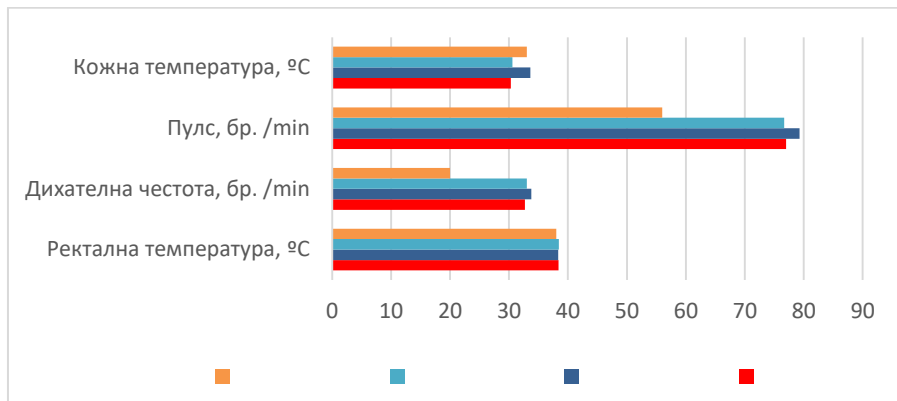


Таблица 15. Анализ на варианса за влияние на ТВИ (в класове) върху стойностите на физиологичните показатели

Физиологичен показател	Степени на свобода	ТВИ		Грешка
	(n - 1)	MS	Fp	MS
Ректална температура, °C	2	4,2	2,81 -	1,5
Кожна температура, °C	2	151,50	60,8***	2,5
Пулс, бр. /min	2	1472,50	54,3***	27,1
Дихателна честота, бр. /min	2	401,08	33,1***	12,1

MS – среден квадрат

F – критерий на Фишер

*p – степен на достоверност, ***- значимост при $p < 0,001$*

От направеният анализ на варианса (Таблица 15) се отчита значим ефект на стойностите на ТВИ върху физиологичните показатели – температура на кожата, пулс и интензивност на дишане ($p < 0,001$). Тъй като включените в проучването крави са изравнени по период от лактацията и се отглеждат и хранят при еднакви условия основния фактор се явява ТВИ. Ефектът на сезона на проучване се припокрива с този на ТВИ. Понеже кравите са по-чувствителни към

високите температури решихме да проверим и каква е тяхната толерантност към топлина, като използвахме индексите на *Dmitriev* и *Benezra* (Таблица 16).

Таблица 16. Индекси за толерантност на кравите към топлина

Ферми Индекси за топлоустойчивост	Сграда 3		Сграда 2	Сграда 1
По Dmitriev	2,10		2,14	2,12
По Benezra	2,45		2,49	2,44

И двата индекса 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 толерантност към топлина допълват ТВИ на оборната среда и показват, че кравите и в трите обора през лятото се намират в условия по-близки до дискомфорта. Тези температурни условия са в състояние да се превърнат в предпоставка за развитието на топлинен стрес, особено през светлата част на деня през сезоните пролет и лято.

Толерантността на тялото към топлина определя и неговата адаптивна способност, която му позволява да поддържа високо ниво на млечна продукция в екстремни условия.

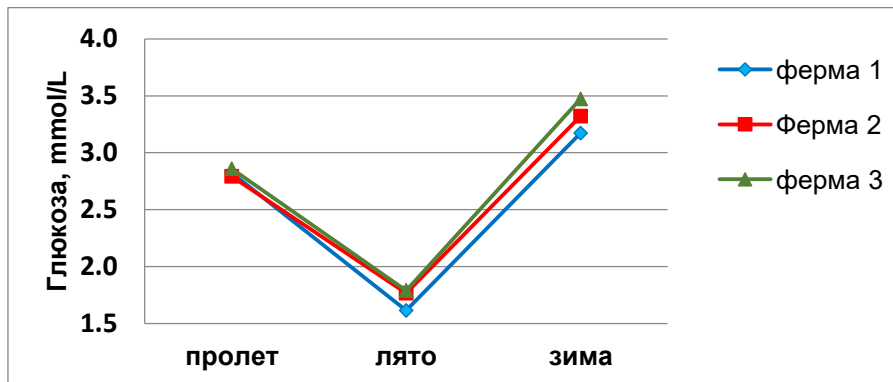
Начинът на конструиране на индексите на Benezra и Dmitriev определя обратната връзка между техните стойности и нивото на топлинна устойчивост, т.е. високата стойност на тези индекси съответства на най-ниската им устойчивост към топлина.

4.5.2. Влияние на температурно-влажностния индекс върху някои биохимични промени у животните

От данните на таблица 17 се вижда, че при проучените от нас ферми, стойностите на кръвната захар при кравите се движат близо до долните граници на референтните норми. Особено подчертано е влиянието на сезона върху тях ($p < 0.001$). През лятото съдържанието на глюкозата е с 61% по-ниско от това през пролетния период и дори повече от това през зимата (Фигура 10).

Кръвната захар не е основен енергетичен източник за организма на преживните животни, но в края на бременността и началото на лактацията голяма част от нея се използва за синтез на лактоза и млечна мазнина. За това промяната ѝ може да бъде сигнал за някои предпатологични и патологични състояния.

Фигура 10. Вариране на нивото на глюкоза в кръвта по ферми и сезони



При анализ на варианса (Таблица 18) за влияние на основните средови фактори (ферма, година, сезон) се установи, че сезона е с подчертан ефект върху стойностите на всички биохимични показатели с изключение на Са и Mg. Върху стойностите на тези два макроелемента нямат значимо влияние останалите средови фактора като ферма и година на изследване. В случая ТВИ не фигурира като фактор поради това, че неговия ефект се припокрива с този на сезона ($p < 0,001$).

За да оценим влиянието на ТВИ (в класове) върху стойностите на биохимичните показатели приложихме еднофакторен анализ на варианса, резултатите от който представяме на таблица 19. Високите стойности на ТВИ (над 80) са причина за намаляване нивата не само на кръвната захар, но и на общия протеин, холестерола и леко на натрия и калия. Намалението на натрия може да е резултат на изпотяването и последвалата го загуба на електролити или резултат на респираторна алкалоза, развила се в резултат на алкално-киселинни смущения, водещи до ускорена екскреция на Na с урината и задържане на K. Топлинният стрес не е повлиял върху обмяната на калция, магнезия и хлора.

Таблица 17. Средни стойности на биохимичните показатели по ферми и сезони

Биохимични показатели	брой	Ферма 1			Ферма 2			Ферма 3		
		пролет	лято	зима	пролет	лято	зима	пролет	лято	зима
		LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE	LSM±SE
Глюкоза, mmol/L	12	2,82±0,07	1,62±0,11	3,17±0,09	2,79±0,06	1,77±0,11	3,32±0,11	2,86±0,03	1,79±0,09	3,47±0,13
Общ протеин, g/L	12	77,65±1,90	69,61±2,03	72,51±0,27	72,98±2,03	64,87±2,34	72,31±0,57	73,79±1,20	70,43±2,71	71,98±0,64
Урея, mmol/L	12	5,09±0,28	7,85±0,28	4,25±0,15	4,71±0,28	6,56±0,18	3,95±0,12	5,17±0,23	4,34±0,20	5,47±0,16
Креатинин, μmol/L	12	78,92±3,02	210,58±5,43	82,50±1,71	75,50±1,86	195,17±4,83	78,33±2,56	68,00±2,98	180,25±5,87	73,67±2,80
Холестерол, mmol/L	12	3,41±0,09	1,53±0,11	3,08±0,18	3,54±0,11	1,39±0,07	2,88±0,14	3,48±0,13	1,72±0,10	2,98±0,21
АСАТ, U/L	12	92,68±7,30	130,95±11,3 ₇	85,02±2,60	104,49±9,5 ₄	110,08±11,5 ₂	80,64±1,97	78,73±3,90	118,59±20,2 ₄	73,38±2,53
АЛАТ, U/L	12	20,78±1,68	26,62±1,39	19,31±0,94	27,69±2,98	30,83±2,07	19,70±0,99	16,22±0,88	21,08±1,90	16,78±1,07
Кортизол, nmol/L	12	38,85±0,79	95,36±2,08	54,36±3,80	39,89±0,34	72,69±4,31	55,17±3,60	40,97±0,72	77,65±2,73	55,21±4,14
Ca, mmol/L	12	3,99±1,66	2,38±0,06	2,35±0,06	2,32±0,05	2,32±0,03	2,30±0,05	2,25±0,04	2,20±0,03	2,31±0,07
P, mmol/L	12	1,67±0,06	2,10±0,13	1,94±0,06	1,90±0,07	2,03±0,09	1,91±0,08	1,82±0,06	1,97±0,06	1,81±0,05
Mg, mmol/L	12	0,99±0,03	0,89±0,04	0,97±0,02	0,89±0,02	0,95±0,03	0,98±0,02	0,99±0,02	0,96±0,04	0,96±0,02
Na, mmol/L	12	150,42±0,9 ₉	137,92±0,91	142,92±2,4 ₆	148,00±0,74	133,83±0,92	142,83±1,9 ₆	146,42±1,6 ₇	132,08±1,06	139,25±2,6 ₄
K, mmol/L	12	5,24±0,10	4,29±0,03	4,69±0,05	5,20±0,09	4,31±0,03	4,73±0,05	5,09±0,07	4,23±0,04	4,91±0,04
C, mmol/L	12	106,58±0,2 ₃	103,67±0,36	104,25±0,7 ₁	106,67±0,3 ₈	104,42±0,79	104,50±0,7 ₁	106,17±0,6 ₃	103,17±0,84	103,92±0,5 ₁

LSM – средно на най-малките квадрати

SE – стандартна грешка на средната аритметична стойност

Таблица 18. Анализ на варианса за влияние на средовите фактори върху стойностите на биохимичните показатели

Биохимичен показател	Ферма		Година		Сезон		Грешка
	MS	F .p	MS	F .p	MS	F .p	MS
Глюкоза, mmol/L	0,26	2,49-	0,09	0,89-	24,06	227,6***	0,11
Общ протеин, g/L	104,1	3,52*	683,6	23,08***	400,4	13,52***	29,6
Урея, mmol/L	4,39	8,25***	5,21	9,79**	90,17	169,36***	0,53
Креатинин, μ mol/L	2514	15,33***	1626	9,91**	170594	1040,09***	164
Холестерол, mmol/L	0,12	0,74 -	5,60	33,76***	36,06	217,06***	0,17
АСАТ, U/L	1481	1,30-	33	0,03-	15273	13,38***	1142
АЛАТ, U/L	582,83	16,68***	41,44	1,19-	524,92	15,02***	34,94
Кортизол, η mol/L	449,7	3,69*	183,8	1,51-	16313,3	133,97***	121,8
Ca, mmol/L	4,74	1,28-	1,81	0,49	3,54	0,96-	3,69
P, mmol/L	0,06	0,84-	0,02	0,21-	0,49	6,69**	0,07
Mg, mmol/L	0,01	0,79-	0,05	5,60*	0,01	1,30-	0,01
Na, mmol/L	182	7,69**	800	33,75***	1682	70,91***	24
K, mmol/L	0,001	0,03-	0,014	0,29-	7,33	154,48***	0,05
Cl, mmol/L	5,0	1,3-	23	5,7*	76	18,6***	4

MS – среден квадрат; F – критерий на Фишер; p – степен на достоверност

- значимост при $p<0,05$; **- значимост при $p<0,01$; *- значимост при $p<0,001$; – няма значим ефект*

За това пък стойностите на уреята, АСАТ, кортизола и фосфора нарастват като най-подчертано е това увеличение при креатинина (над два пъти) и на кортизола (37%). Повишеното креатининово ниво е възможно да бъде и в резултат на засилена двигателна активност на животните. Високите стойности на уреята, отчетени при най-високите ТВИ, потвърждават становището ни за вероятното използване на аминокиселините като енергиен източник.

Анализът на кръвната плазма доказва, че концентрацията на холестерола силно се влияе от ТВИ и сезона ($p<0,001$), докато влиянието на фермата е незначително. Това наше предположение го свързваме и с по-високите нива на АСАТ и АЛАТ дължащо се на нарушения в енергийния метаболизъм на тялото през лятото и отчасти

през пролетта. Активностите на АСАТ и АЛАТ са достоверно повлияни, както от фермата, така и от сезона ($p<0.001$). При нашите изследвания установихме, че сезонът (и високите ТВИ) влияе достоверно върху съдържанието на кортизол в кръвта ($p<0.001$) (Фигура 11).

Таблица 19. LS средни стойности за биохимичните показатели по влияние на ТВИ (в класове)

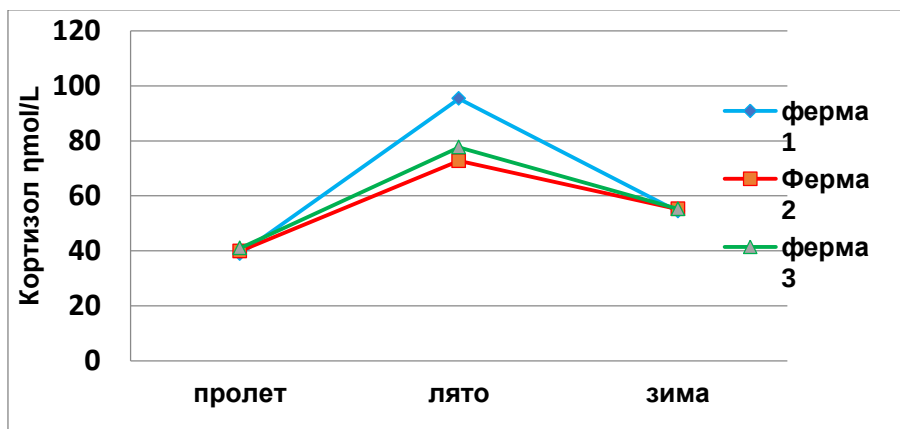
Биохимични показатели	ТВИ (клас)		
	≤ 72 (n=54)	От 73 до 79 (n=24)	≥ 80 (n=30)
	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE
Глюкоза, mmol/L	3,16 $\pm$ 0,07	2,21 $\pm$ 0,11	1,99 $\pm$ 0,09
Общ протеин, g/L	72,65 $\pm$ 0,86	74,45 $\pm$ 1,30	68,80 $\pm$ 1,16
Урея, mmol/L	4,28 $\pm$ 0,13	6,75 $\pm$ 0,20	6,58 $\pm$ 0,18
Креатинин, μ mol/L	74,63 $\pm$ 5,58	147,38 $\pm$ 8,37	164,93 $\pm$ 7,49
Холестерол, mmol/L	3,18 $\pm$ 0,10	2,49 $\pm$ 0,16	1,88 $\pm$ 0,14
АСАТ, U/L	82,04 $\pm$ 4,64	120,53 $\pm$ 6,97	105,72 $\pm$ 6,23
АЛАТ, U/L	18,39 $\pm$ 0,85	28,14 $\pm$ 1,27	23,99 $\pm$ 1,14
Кортизол, η mol/L	49,89 $\pm$ 2,57	67,07 $\pm$ 3,85	68,53 $\pm$ 3,44
Са, mmol/L	2,32 $\pm$ 0,26	3,18 $\pm$ 0,39	2,25 $\pm$ 0,35
Р, mmol/L	1,83 $\pm$ 0,04	1,96 $\pm$ 0,06	2,03 $\pm$ 0,05
Mg, mmol/L	0,97 $\pm$ 0,013	0,91 $\pm$ 0,02	0,97 $\pm$ 0,02
Na, mmol/L	144,15 $\pm$ 0,98	142,96 $\pm$ 1,48	135,63 $\pm$ 1,32
K, mmol/L	4,93 $\pm$ 0,05	4,74 $\pm$ 0,08	4,42 $\pm$ 0,07
Cl, mmol/L	104,87 $\pm$ 0,32	105,13 $\pm$ 0,56	104,47 $\pm$ 0,44

Трита минерала са повлияни от сезона и високите ТВИ на оборната среда ($p<0,01$ за фосфора и $p<0,001$ за натрия и калия). Вероятната причина за намалението на К и Na е стремежът на животните да компенсират високите стойности на ТВИ като усилят изпарението на течности чрез ускоряване на дишането и обилното потене.

В заключение можем да обобщим, че основните средови фактори (ферма, година, сезон) са с подчертан ефект върху стойностите на всички биохимични показатели ($p < 0,001$) с изключение на Са и Mg. Влиянието на ТВИ в случая се припокрива с това на

сезона. Технологията на отглеждане повлиява значимо върху стойностите на кортизола ($p < 0,001$), уреята и холестерола ($p < 0,01$).

Фигура 11. Вариране на стойностите на кортизол в зависимост от сезона по ферми



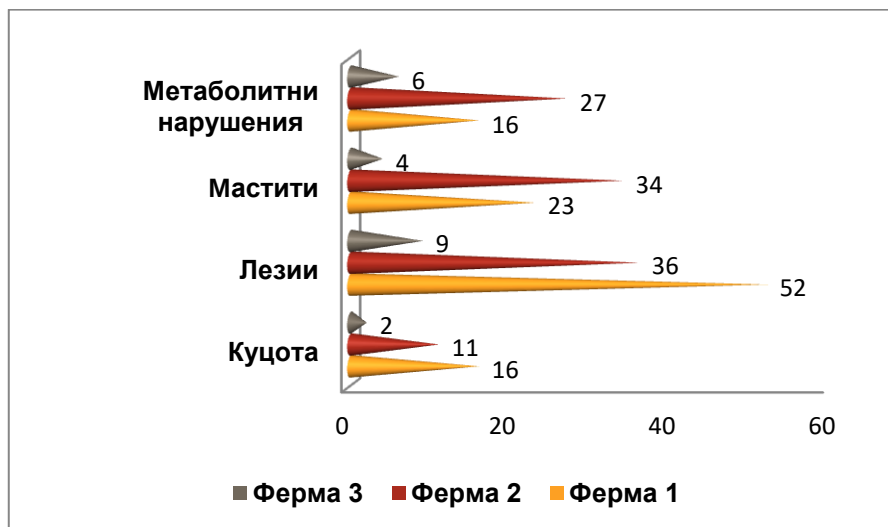
Типът на сградата не оказва значимо влияние върху кръвната захар, креатинина, фосфора, магнезия, натрия, калия и хлора и те остават в рамките на физиологичните норми. Високите стойности на ТВИ (над 80) през лятото и част от пролетта са причина за намаляване нивата на кръвната захар, на общия протеин, холестерола и леко на натрия и калия като същевременно повишават тези на креатинина (над два пъти) и на кортизола (37%). Всичко това дава основание да приемем, че високите дневни температури действат като депресиращ фактор, който повишава функционалното напрежение на сърдечно-съдовата, нервно-мускулната, имунологичната, т. е. на цялостната организма обмяна.

4.6. Влияние на факторите на производствената среда върху здравния статус на животните.

Установи се, че най висок е броят на крави с явен мастит във ферма 2 (34%), а най- нисък във ферма 3 (4%) (Фигура 12). Проблемът с маститите във ферма 2 до голяма степен е от субективно естество: некомпетентен персонал, голямо текучество и неадекватни мениджърски решения. При нашите изследвания установихме нисък процент на куцота в сградата с дълбока постеля (3%) докато в останалите две сгради, където се използват гумени постелки на леглата той е 11-16%. Почти половината от денонощието отглежданите свободно в закрити помещения крави прекарват в

изправено положение (10-12 часа) и движение, което е основно в зоната за движение и хранене, а пода е циментов. За сега в нашите обори в зоните за движение и хранене гумените постелки все още не са намерили приложение. Изтриването на копитния рог е неравномерно и копитото придобива неправилна форма (оборно копито).

Фигура 12. Процентно разпределение на технопатиите по ферми



Кравите с такива копита прекомерно натоварват ставите и поради появата на болки те предпочитат да лежат. Както се вижда от фигура 13 около 52% от кравите във ферма 1 са със струпеи, рани или отоци по крайниците като 16% от тях показват явна куцота. Най-често се засягат скакателните и коленните стави. Най-честата причина за тези увреждания се оказва подмяната на оригиналните гумени подлакътници с дървени. Водената с години селекция за увеличаване едрината на животните във ферма 1 е причина леглата да се окажат къси за тези животни като двата задни крайника попадат в областта на задните ръбове на леглото и извън него. Нашите наблюдения показват, че по-слабите животни са с по-висок риск от лезии, поради по-малкото мазнини в областта на ставите.

Съпоставяйки нашите резултати с данните на други автори следва, че е необходимо да се вземат спешни мерки за подобряване условията на комфорт, за да се намали този здравен проблем от 52%

за ферма 1 и 32% за ферма 2 до допустимите 5%. В резултат на комплекс от причини голяма част от животните се бракуват още по време на първата или втората им лактация. Този проблем е особено показателен за кравите от ферма 2, които рядко достигат възрастта, през която се очаква пълно разгръщане на техния потенциал, т. е. четвърта лактация за Холщайнската порода.

Фигура 13. Лезии, повърхностни наранявания и локални възпаления в областта на задните крайници (оригинал)



За да установим доколко трите индекса на комфорт (ИКК, ИИБ и ИСБ) имат отношение към процента на проява на куцотата, маститите и метаболитните нарушения извършихме еднофакторен дисперсионен анализ. От данните на Таблица 20 се вижда, че върху процента на всички включени в проучването заболявания отношение имат стойностите на ИКК и ИИБ ($p \leq 0,01$ и $0,001$). Индексът за стоене на кравите в бокса (ИСБ) е със значим ефект най-вече върху процента на метаболитните заболявания ($p \leq 0,01$) и слаб ефект върху различните форми на мастит ($p \leq 0,1$).

Таблица 20. Анализ за влияние на стойностите на трите индекси на комфорт върху отчетените проценти на различни заболявания

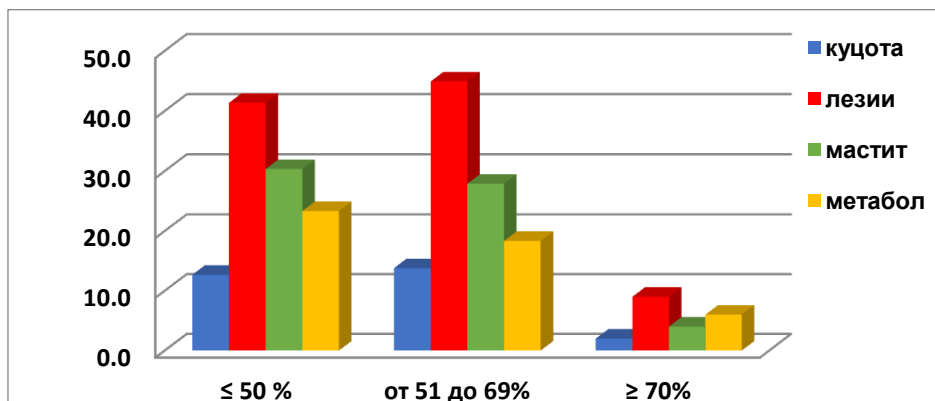
Източник на варирание	куцота		лезии		мастити		метаболитни	
	MS	F p	MS	F p	MS	F p	MS	F p
ИКК	265,89	55,22***	2464,22	49,98***	1207,22	51,80***	397,14	11,06**
ИИБ	283,25	113,30***	2641,00	103,20**	1291,25	106,71***	534,04	30,24***
ИСБ	19,14	0,51 -	166,85	0,47 -	487,85	4,09*	329,21	7,32**

MS - среден квадрат; F – критерий на Фишер; p- степен на достоверност

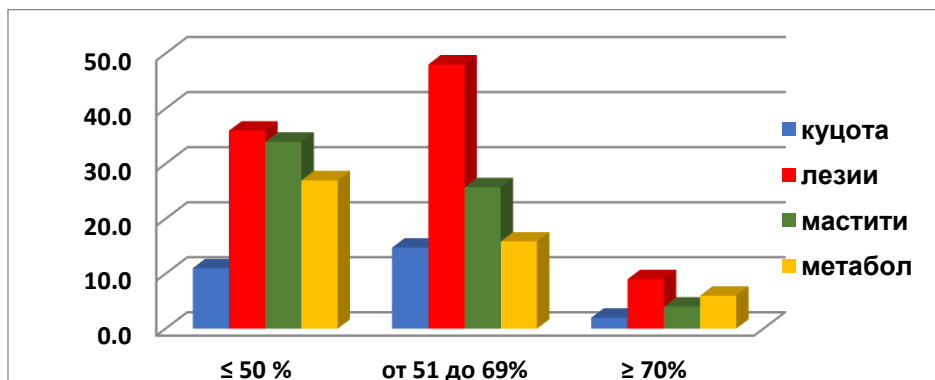
- значимост при $p < 0,05$; **- значимост при $p < 0,01$; *- значимост при $p < 0,001$; – няма значим ефект*

За по-нагледно представяне на процентните вариации на различните заболявания в зависимост от стойностите на проследяваните индекси на комфорт ги представяме в класове на фигури 14, 15 и 16.

Фигура 14. Процент заболявания в зависимост от стойностите на ИКК



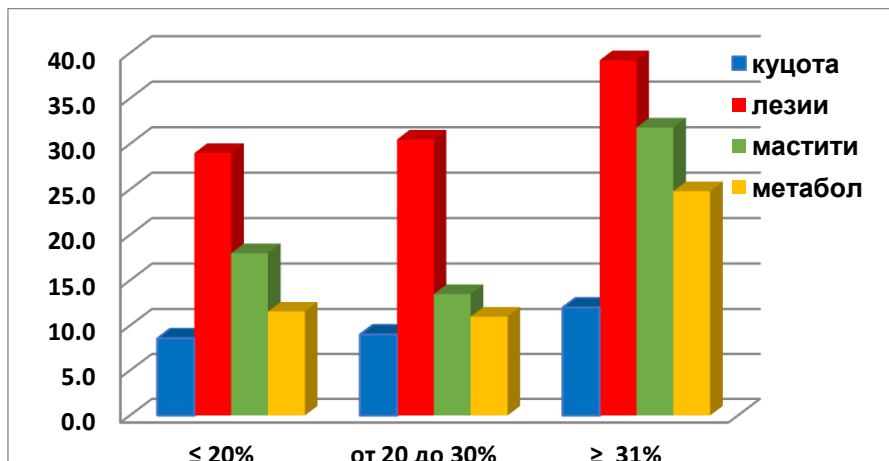
Фигура 15. Процент заболявания в зависимост от стойностите на ИИБ



При ИКК до 70% случаите на лезии и мастити достигат до 40-45%. Едва когато този индекс нараства над 70% случаите на лезии и мастити намаляват почти десетократно. И това е така, защото този индекс при изследваните от нас ферми достига едва 60% през лятото,

вместо 85-90%. Подобна тенденция се забелязва и по отношение на ИИБ, който при нашите изследвания достига максимум 60% вместо 70-80% и повече.

Фигура 16. Процент заболявания в зависимост от стойностите на ИСБ



Отчетените от нас стойности на индекса остават по-високи от 15% през всички сезони на годината като относителния му дял нараства почти два пъти с повишаване на ТВИ през лятото и надхвърля 30%. От тук следва, че индексите на комфорт дават точна представа за развитието на отделните групи технопатии при интензивно отглежданите крави.

V. ИЗВОДИ:

На базата на извършените проучвания и получените резултати могат да се направят следните изводи:

1. През лятото в районите на трите ферми се отчитат рискови стойности на температурата на въздуха, надхвърлящи термонеутралната зона за млечни крави, но не се установяват значими разлики между ТВИ на районите през отделните сезони на годината.

2. В технологично отношение и в трите сгради е осигурена необходимата площ за отделно животно. Полагащият се относителен обем от помещението е изпълнен само при сграда 2 докато за сграда 1 и 3 той е на 50%. Хранителният фронт съответства на приетите норми в сгради 1 и 2 докато в сграда 3 той е намален с 6,5%.

3. Вентилацията и топлинния баланс на сградите зависи от броя и продуктивността на животните, от строителните материали, типа, архитектурно-строителното и технологично решение на сградите. Въздухообменът в сгради 1 и 3 се оказва недостатъчен както през зимата, така и през лятото докато в сграда 2 същият през зимата е около 2 пъти по-висок, а през лятото недостатъчен.

4. Топлинният баланс през зимата и при трите сгради е отрицателен. Фазовото отклонение при отворените сгради 1 и 3 е кратко – едва 1,5 часа докато при затворената сграда 2 то е 3,5 часа. Поддържането на минимална температура от 5 °C през зимата при сграда 1 е възможно до минус 1,6 °C, при сграда 2 до минус 7,5 °C и при сграда 3 до плюс 0,7 °C. Това дава предимство на затворената сграда да бъде използвана в райони с кратки и резки температурни колебания на външната температура.

5. Установена е висока корелативна зависимост на температурата на въздуха, тази на пода и движението на въздуха от архитектурно-строителното и технологично решение на производствените сгради ($p < 0.001$), както и отрицателна между относителната влажност и типа на сградите и между относителната влажност и температурата в тях ($p < 0.001$).

6. Установява се статистически значим ефект ($p < 0,001$) на факторите ферма, сезон и на свързания ефект на фермата по сезони. Този значим ефект на сезона по ферми показва, че различията в стойностите на ТВИ са зависими не само от външните фактори, но и от архитектурно-строителните и технологични особености на всяка сграда.

7. Индексът за използване на боксовете от кравите нараства с повишаване на ТВИ от 72 до и над 80, в отворената сграда, докато в затворената намалява.

8. В нито една от изследваните сгради не се установиха максимални индекси на благополучие и комфорт (ИКК; ИИБ; ИСБ). Значим ефект на влияние върху трите индекса оказват фермата, сезона на отчитане и свързания ефект на фермата по стойности на ТВИ ($p < 0,001$).

9. Установи се, че при нарастване на ТВИ броят на лежащите крави, отглеждани свободно групово, е най-висок през всички сезони на годината в сравнение с кравите отглеждани свободно боксово, тоест . ефектът на значимост спрямо сезона и технологията е висок ($p < 0,001$), а спрямо ТВИ – значимо по-малък ($p < 0,05$).

10. Установи се значим ефект на влияние на ТВИ върху физиологичните показатели – повишават се температура на кожата, пулса и интензивността на дишане ($p < 0,001$). При стойности на ТВИ

над 72, ректалната температура нараства почти с 1 °C (от 37,6 до 38,4 °C), но остава в границите на физиологичната норма.

11. При анализ на варианса за влияние на основните средови фактори (ферма, година, сезон) се установи, че сезонът има подчертан ефект върху стойностите на всички биохимични показатели, които променят своите стойности извън референтните за вида ($p < 0,001$) с изключение на Ca и Mg.

12. Достоверно отрицателно влияние върху процента на проучваните заболявания оказват ИКК и ИИБ ($p \leq 0,01$ и $0,001$), докато индексът за стоене на кравите в бокса (ИСБ) влияе основно върху процента на метаболитните заболявания ($p \leq 0,01$) и по-слабо върху различните форми на мастит ($p \leq 0,1$).

VI. ПРЕПОРЪКИ ЗА ПРАКТИКАТА

1. С оглед получаване на по-високи производствени резултати, осигуряване на комфорта и запазване здравето на животните предлагаме както в новоизграждащата се, така и в по-старата производствена материална база да се извършва задължително анализ на архитектурно-строителните, технологичните и топлотехническите особености на сградите. Комплексният характер на оценката да включва и цялостен анализ на оборната среда и на района по отношение на основните микроклиматични фактори като температура, влажност, движение на въздуха, осветеност.

2. Като индикатори за оценка на благополучието, здравето и комфорта на кравите да се прилагат индексите за комфорт заедно с коефициентите за температурна толерантност, които са неинвазивни и лесно приложими, а с помощта на основните биохимични маркери да се направи по-задълбочен анализ.

3. Препоръчваме да се извърши корекция в дължината на бокса, както и подмяна на дървените подлакътници с оригинални гумени във ферма 1.

4. За да се сведе до минимум броя на правостоящите крави в зоните за разходка през лятото препоръчваме двустепенна вентилация: едната за общо вентилиране на сградата, а другата за директна вентилация в зоната за лежане, а не както до сега в зоната за разходка и хранене.

VII. ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Приложена е комплексна методология за оценка на условията на комфорт при млечни крави, включваща изследване влиянието на природо-климатичните дадености на района, на

строително-конструктивните и технико-технологични особености на сградите, техните топлотехнически възможности, качество и ефективност на вентилационната система, физическо, биологично и психично състояние на животните и възможности за превенция на основни болести.

2. Разширена е оценката на оборната среда, като данните на ТВИ са сравнени и допълнени с коефициентите за температурна толерантност на *Benezra* и на *Dmitriev*.

3. Установена е зависимост между ТВИ и индексите за комфорт в сградите за млечни крави.

4. Установени са промени в биохимичните параметри и метаболитни процеси, свързани със сезонните колебания на температурата и ТВИ.

5. Установена е зависимост между индексите на комфорт и процента заболели от технопатии крави. В най-висока степен върху всички включени в проучването заболявания оказват индексите ИКК и ИИБ ($p \leq 0,01$ и $0,001$), докато индексът за стоене на кравите в бокса (ИСБ) влияе подчертано върху процента на метаболитните заболявания ($p \leq 0,01/$ и слабо върху различните форми на мастит ($p \leq 0,1$).

VIII. СТАТИИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Hristev H., Ivanova R., **Tasheva Sm.**, (2018), „Hygiene evaluation of the ventilation and thermo-technical properties of buildings used for free-bred dairy cows”, Scientific Papers-Animal Science Series: Lucrări Științifice - Seria Zootehnie, vol. 70, p 45-49, Romania, ISSN 2067-2330

2. Ivanova R., Hristev H., **Tasheva Sm.**, (2019), „The impact of summer temperatures on certain hematological indicators in dairy cows”, International Journal Knowledge, Scientific papers, Natural sciences, Vol. 30.3, pp. 649-653, ISSN 2545-4439

3. **Смиляна Ташева**, Христо Христев, Румяна Иванова, (2020), «Особености при формиране на микроклимата и условията на комфорт в сгради за млечни крави през лятото», Научни трудове на АУ, ILXII, 1, 147-156, ISSN 1312-6318, **Web of science**

4. H. Hristev, R. Ivanova, **S. Tasheva**, (2020), A Study of the farm factors in buildings used for farming dairy cows, Scientific Papers. Series D. Animal Science. Romania, Vol. LXIII, No. 1, pp279-286, **Web of science**
ISSN 2285-5750; ISSN CD-ROM 2285-5769; ISSN Online 2393-2260; ISSN-L 2285-5750

5. **Tasheva, S.**, & Ivanova, R. (2021). STUDI ON THE ENVIRONMENT IN HOUSING FOR DAIRY CATTLE. Agricultural Sciences/Agrarni Nauki, 13(28), 110-118, DOI: 10.22620/agrisci.2021.28.012, **Web of science**