

Állatorvostudományi Egyetem
Állathigiéniai, Állomány-egészségtani Tanszék és Mobilklinika

A borjakat érintő hőstressz és a borjúházak tájolásának összefüggései

Készítette: Balázs Eszter

Témavezetők: dr. Jurkovich Viktor tudományos főmunkatárs

dr. Bakony Mikolt PhD hallgató

ÁTE, Állathigiéniai és Állomány-egészségtani Tanszék és Mobilklinika

Budapest, 2020

TARTALOMJEGYZÉK

1. RÖVIDÍTÉSEK	2
2. BEVEZETÉS	3
3. SZAKIRODALOM	4
3.1. Termoreguláció	4
3.2. Termoneutrális zóna (TNZ)	5
3.3. Akklimatizáció, adaptáció	6
3.4. Hőstressz	7
3.4.1. A hőstressz fogalma.....	7
3.4.2. A hőstressz mérése környezeti mutatókkal.....	8
3.4.3. Hőstressz élettani következményei.....	10
3.4.4. Hőstressz elleni védekezési stratégiák.....	12
3.4.5. Hőstressz Magyarországon.....	14
4. CÉLKITŰZÉSEK	15
5. ANYAG ÉS MÓDSZER	17
5.1. A vizsgálat helyszíne	17
5.2. Környezeti mérések és műszerek	18
5.3. Állatok	18
5.4. Statisztikai módszerek	19
6. EREDMÉNYEK	20
7. MEGVITATÁS	27
8. ÖSSZEFOGLALÁS	29
9. SUMMARY	31
10. IRODALOM JEGYZÉK	33
11. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	36

1. RÖVIDÍTÉSEK

°C – celsius fok

PLF - precíziós állattenyésztés

RH – relatív páratartalom

T_{lc} – alsó kritikus hőmérséklet

T_{uc} – felső kritikus hőmérséklet

TNZ – termoneutrális zóna

THI – hőmérséklet-páratartalom index

T_{db} – száraz léghőmérséklet

T_{dp} – harmatponti hőmérséklet

2. BEVEZETÉS

A klímaváltozás jelentősége napjainkban nem elhanyagolható. Számos ok lehet az éghajlatváltozás hátterében, mint például természetes folyamatok, melyek a Földön mennek végbe. A külső hatásként jelentkező Naptevékenység meghatározó az erősebb sugárzás révén. Figyelembe kell venni azonban az emberi tevékenységeket is, melyek az üvegházhatású gázok termelésével globális felmelegedést idéznek elő. Az emelkedő környezeti hőmérséklet már a mérsékelt égövön is okozhat hőstresszt az állatoknak, nem csak a trópusokon.

A hőstressz negatív hatásai az intenzív tartású tejelő szarvasmarha telepeken is jelentkeznek. Az állatok teljesítményére és egészségére egyaránt kihat, így direkt és indirekt módon gazdasági veszteséget eredményez. Azonban nem csak a felnőtt állatokat érinti ez a probléma, hanem az újszülött és növendék borjakat is. A hőstressz ugyanis kihat a testtömeg gyarapodásra, de ami még ennél is fontosabb, hogy a fiatal állatokat fogékonyabbá teszi a betegségek iránt és megnőhet a mortalitás mértéke.

A hőstressz mértékét csökkenteni lehet és érdemes, ugyanis a hőstressz elleni védekezés a veszteségeket is csökkentheti. A gazdaság eredményessége mellett pedig még fontosabb, hogy az állatjóllétet is támogatja a legtöbb védekezési módszer.

3. SZAKIRODALOM

3.1. Termoreguláció

A termoreguláció fontos szerepet tölt be a környezeti hőmérséklet által okozott stresszorok leküzdésében, a testhőmérséklet bizonyos határok között tartása révén. Ehhez szükséges a metabolikus és izommunka hőtermelése, hőcsere a környezettel és viselkedésbeli változások (Ivanov, 2006). A hőszabályozó mechanizmusok közé tartozik a légzésszám, pulzusszám, valamint a test- és bőr hőmérséklet változása (Dado-Senn és mtsai, 2019). A hőszabályozási mechanizmusok a hipotalamusz irányítása alatt állnak. A hipotalamusz összehasonlítja a perifériás receptoroktól származó információkat a belső hőmérséklettel és ennek megfelelően aktiválja a hőtermelést vagy épp a hőleadást. Az idegrendszer mellett az endokrin rendszernek is van szerepe a termoregulációban. A glükokortikoidok (elsősorban kortizol), pajzsmirigy hormonok (trijód-tironin, tiroxin) és katekolaminok (epinefrin, norepinefrin) szintje változik a környezeti hőmérséklet hatására (Roland és mtsai, 2016).

A testhőmérséklet ciklikusságot mutat. Késő este éri el a maximum és reggelre a minimum értéket. Ezt a cirkadián ritmust számos környezeti stresszor befolyásolja.

A borjak működő termoregulációval születnek (Gluckman és mtsai, 1999), amiben szerepe van az újszülött állatokban jelenlévő barna zsírszövetnek, a felvett kolosztrumnak és a fizikai aktivitásnak. Az újszülöttek már életük első napjától képesek hőtermelésre, de ennek mértéke eltérő a fekvő, pihenő és fizikai aktivitást végző egyedek között, illetve lehet különbség fajtánként is.

A megfelelő termoregulációs működés károsodhat nehézellés során, így ezek a borjak kevésbé lesznek toleránsak (Vermorel és mtsai, 1988) a szélsőséges hőmérséklettel szemben. A már említett cirkadián ritmus hiányzik a borjak életének első hetében, de a második hónapra ez stabilizálódik. A borjak fiziológiás testhőmérséklete 38,1-39,2°C, de ez az érték tanulmányonként mutathat némi eltérést. Napközben folyamatosan nő a testhőmérséklet, estére eléri a csúcst, majd éjjel visszaesik (Piccione és mtsai, 2003).

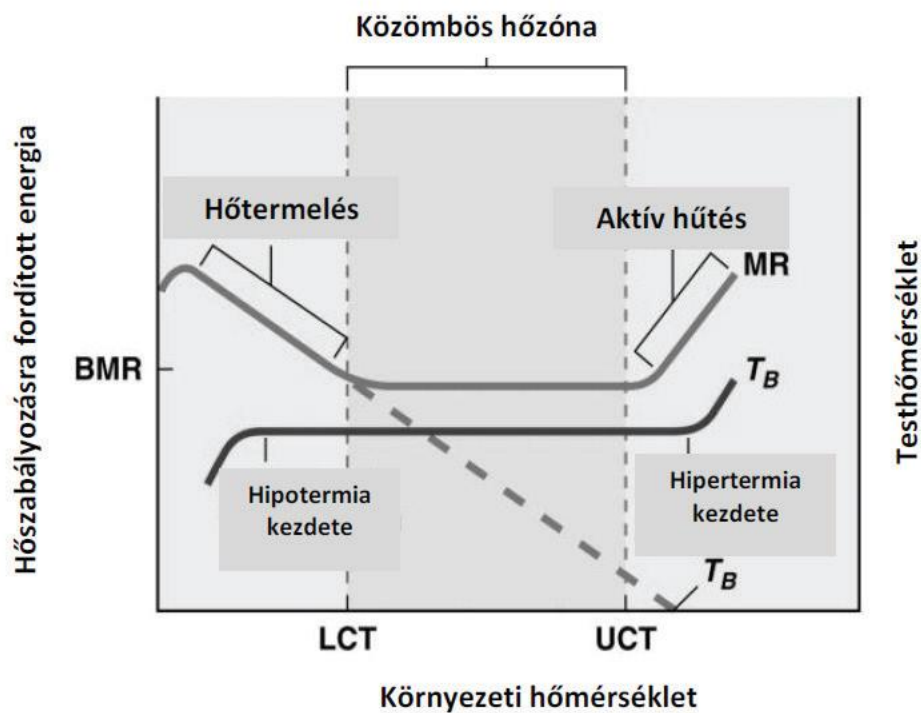
3.2. Termoneutrális zóna (TNZ)

Termoneutrális zóna alatt azt a hőmérsékletet értjük, ami az állandó testhőmérsékletű állatok számára a legkomfortosabb. Az a hőmérsékleti tartomány, amelyben az egyed hőtermelése független a környezeti hőmérséklettől (Webster, 1974) és energia ráfordítás nélkül meg tudja tartani a testhőmérsékletét. Ha az állat a TNZ-n belül marad, akkor a termelési mutatói is kedvezőbbek. Extrém terhelés okozhat hiper-, vagy hipotermiát, ami egészségkárosodással jár. 45°C felett agykárosodás, 27°C alatt pedig szívfibrilláció jelentkezhet emlősöknél (Roland és mtsai, 2016).

A TNZ értékét számos külső és belső tényező befolyásolhatja, például az életkor, fajta, takarmányozás, szőrzet, időjárás.

A termoneutrális zóna tulajdonképpen az alsó kritikus hőmérséklet (T_{lc}) és a felső kritikus hőmérséklet (T_{uc}) közötti érték (1. ábra). A T_{lc} , az a kritikus hőmérséklet, ami hőtermelést indukál, míg a T_{uc} feletti környezeti hőmérséklet a párolgási hővesztés mértékét növeli. (IUPS, 2001). Mindkét esetben energiaigényes folyamatok szükségesek a homeotermia fenntartása érdekében.

Borjak esetében a TNZ körülbelül 0-26°C (Nonnecke és mtsai, 2009), ami a kor előrehaladtával változik 0-18°C-ra.



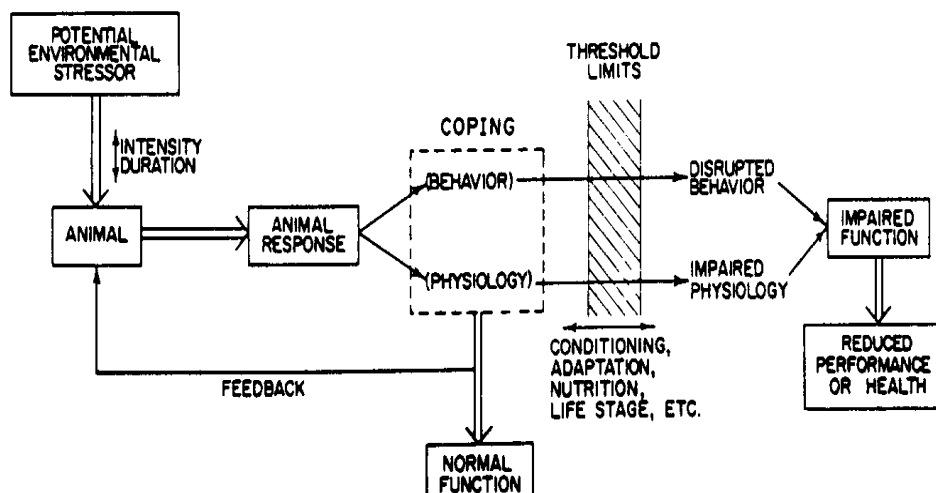
1. ábra A testhőmérséklet és a környezeti hőmérséklet kapcsolata homeoterm fajokban (MR=energiaforgalom, TB=testhőmérséklet, LCT=alsó kritikus hőmérséklet, UCT=felső kritikus hőmérséklet, BMR= alapanyagcsere) (Pál és mtsai, 2014)

3.3. Akklimatizáció, adaptáció

A környezeti stresszorok jelentős hatást gyakorolnak az állati szervezetre (2. ábra). A negatív hatások mértékének minimalizálása érdekében az állatok akklimációval, akklimatizációval és adaptációval válaszolnak. Az akklimáció és akklimatizáció során fenotípusbeli változás tapasztalható, míg az adaptáció generációkon átívelő, az allélgyakoriságok populációs szintű változásával járó folyamat. Akklimációkor egy specifikus stresszor, akklimatizációkor pedig egyidejűleg több környezeti stresszor van jelen. A stresszorra adott válasz több nap, akár hét alatt alakul ki, de ez a folyamat mégis gyorsabb, mint az adaptáció. Az akklimatizációnak két fázisa van, egy rövid távú/akut és egy hosszú távú/krónikus fázis. Rövidtávú választ eredményez a sejtszintű, endokrin, élettani és metabolikus folyamatok révén. Ezzel ellentétben a hosszú távú akklimatizáció során az anyagcsere mellett a génexpresszió is megváltozik (Collier és mtsai, 2019).

A környezeti hőmérséklet változásának hatására szezonális akklimáció figyelhető meg az állatoknál. Termikus stresszt okozhat a túl magas vagy túl alacsony hőmérséklet, melyhez az állati szervezetnek alkalmazkodnia kell a homeotermia fenntartása végett. Az alkalmazkodás eltérő lehet fajtánként és az éghajlatnak is meghatározó szerepe van benne (Roland és mtsai., 2016). Számos kísérlet történt már hőtoleráns fajták előállítására. Klemm és Robinson (1955) kutatásuk során zebut kereszteztek hereford szarvasmarhával. Az állatok hőtűrése nőtt, azonban sok kedvező tulajdonságuk elveszett.

Borjak esetében, akárcsak a kifejlett egyedeknél a fajta meghatározó lehet az alkalmazkodás tekintetében.



2. ábra Különböző környezeti stresszorok hatása az állatok egészségi állapotára és termelésére (Hahn és mtsai, 1992)

3.4. Hőstressz

3.4.1. A hőstressz fogalma

Termikus stressz esetén a környezeti hőmérséklet oly mértékben változik, melynek hatását az állati szervezet termoregulációja nem képes kompenzálni, ami a testhőmérséklet megváltozását eredményezi. A szarvasmarhák hőcseréje a környezettel négyféleképpen történhet- áramlással, vezetéssel, párologtatással és sugárzással (Brouk és mtsai, 2009). Kondukciónak nevezzük a hővezetést, ami az állat felületéről az alacsonyabb hőmérsékletű felület felé történik. Erre az állat testfelületének körülbelül 20%-a képes és a vezetőképesség, illetve sűrűség határozza meg a mértékét (Ortiz és mtsai, 2015). Az áramlás útján történő hőcsere a test magjától a bőr felé adja át a hőt, és a felesleges hőt a hidegebb környezeti hőmérséklet felé adja le sugárzással. A sugárzás két felület közti energia cserét jelent (Broucek és mtsai, 2009). E három folyamat termikus grádiensen alapul, ezeket tartják a hő vesztes fő útvonalainak, amíg a környezeti és testhőmérséklet között jelentős különbség áll fenn. Ha a környezeti hőmérséklet meghaladja a testhőmérsékletet, a folyamatok megfordulnak (Collier és mtsai, 2006). A párologtatás nyomás grádiensen alapul, így, ha a környezeti hőmérséklet megközelíti a testhőmérsékletet, csak ez a mechanizmus segít a hő vesztesben. A párologtatás történhet verejtékezés vagy légzés útján. Szarvasmarháknál a verejtékezésnek kisebb jelentősége van. A hőleadási mechanizmusok hatékonyságát a hőmérséklet mellett a relatív páratartalom, a napsugárzás mértéke és a légmozgás is befolyásolja. A TNZ felső kritikus értékét meghaladó környezeti hőmérséklet és a hő leadás, hőtermelés közti egyensúly felborulása hőstresszt eredményez az állatoknál.

3.4.2. A hőstressz mérése környezeti mutatókkal

Az állatokat érintő hőstressz mérése során nem csak a hőmérsékletet kell figyelembe venni, hanem egyéb befolyásoló tényezőket is. A páratartalom, szélesebesség és a napsugárzás egyaránt fontos szerepet tölt be az állatok hőérzetében (Roland és mtsai, 2016). Ezeknek a mérése történhet hagyományos módon, illetve digitalizálva. A hagyományos mérési technikák általában pillanatnyi állapotokról informálnak, ezért a folyamatos mérésekhez célszerűbb más, modernebb technológiát választani. Ilyenek például a precíziós állattenyésztési technológiák (precision livestock farming, PLF), ami folyamatos monitorozást tesz lehetővé. Az állatok egészségét, jóllétét, termelését és a környezeti tényezőket is a nap 24 órájában méri és elemzi a rendszer. Hiba esetén pedig figyelmeztetést küld az állattartónak (Berckmans és mtsai., 2017). A PLF-nek köszönhetően összehasonlíthatóak a különböző mérések eredményei. A hőmérséklet mérése mellett az állatok egészségi állapotának vagy viselkedésének változása is detektálható, ami hőstressz esetén jelentkezik. A leggyakrabban a hőmérséklet-páratartalom indexet (temperature-humidity index, THI) használják a hőstressz mértékének megállapításához. A páratartalom ugyanis jelentősen befolyásolhatja a hőstressz súlyosságát. Szarvasmarhák jobban tolerálják a magas környezeti hőmérsékletet, ha alacsony a relatív páratartalom (Bohmanova és mtsai., 2007). Ma már több különböző THI egyenletet használhatunk, ami például a száraz léghőmérsékleten (Tdb), nedves léghőmérsékleten (Twb), relatív páratartalom (RH) és a harmatponti hőmérsékleten (Tdp) alapul (Nascimento és mtsai., 2019). Az egyes fajok eltérő szenzitivitást mutatnak a környezeti hőmérsékletre és a levegő nedvesség tartalmára, ezért a száraz léghőmérsékletet és levegő nedvességtartalmát érdemes használni a számításokhoz (Bohmanova és mtsai., 2007). A legtöbb adat ezzel kapcsolatban tejelő szarvasmarhákról van. Nincs egy általánosan elfogadott érték azonban, ami minden fajtára és állományra vonatkozatható. A számítás módja, a küszöbértékek mellett a hasznosítás és az éghajlat is befolyásolja a kapott értékeket, ezért a szakirodalmanként eltérő lehet az eredmény.

Armstrong (1994) kutatása alapján a THI 71 alatt a komfort zónába tartozik, 72-79 közepes, 80-89 mérsékelt és 90 feletti érték esetén súlyos stresszről beszélhetünk. Thom (1959) szerint azonban 70 és 74 közötti THI érték már nem komfortos az állat számára, ami 80 felett kifejezett diszkomfortba megy át. Ezek a megfigyelések a tejtermeléssel való összefüggések feltárására irányultak elsősorban.

A borjak esetében elsősorban a léghőmérsékletet és a THI-t is alkalmazzák a környezeti hőterhelés jellemzésére. A borjak felső kritikus környezeti hőmérsékletét vizsgáló kutatások

között 20 °C-os, (Gebremedhin és mtsai, 1981) 32 °C-os határértéket (Neuwirth és mtsai, 1979) is találunk, a többség azonban a 26°C-os határértéket tartja megbízhatónak. Kovács és mtsai. (2019) kutatásában THI határértékeket kerestek a felső kritikus környezeti hőmérséklet meghatározásához. A klinikai alapértékek monitorozása mellett, testfelszíni hőmérsékletet és a nyál kortizol-tartalmát is mérték. Az eredmények alapján a borjak THI 78 és 88 között mutatják a hőstressz tüneteit. E szerint elmondható, hogy fiatal korban jobban tolerálják a hőterhelést a kifejlett állatokhoz képest.

A száraz léghőmérséklet, illetve a hőmérséklet-páratartalom-indexek szabadban tartott állatokon végzett vizsgálatok során történő alkalmazásával szemben meg kell fogalmaznunk bizonyos fenntartásokat. Mivel a hőmérséklet-páratartalom index istállózott körülményekre lett kidolgozva, többször érte már az a kritika, hogy a szabadban tartott állatoknál nem megbízható. A hőérzethez ugyanis jelentősen hozzájárul az esetleges napsugárzás, illetve a szélesebbesség. A nem fedett karámokban tartott húsmarhák esetén ezért a komplex, a napsugárzást, illetve a szélesebbeséget is magukban foglaló környezeti indexeket használják. Mivel a száraz léghőmérsékletet árnyékolt műszerrel kell mérni - ez így történik a napnak kitett meteorológiai mérőállomásokon is – egy adott helyszín napos és árnyékos helyein hasonló a száraz léghőmérséklet, ugyanakkor a valódi hőérzet jelentősen különbözik a napsugárzás által közölt hőenergia különbsége miatt. Úgy véljük, hogy az árnyékolás nélkül tartott borjak hőkörnyezetét csak olyan mutatóval lehet megbízhatóan jellemezni, ami a napsugárzás hatását is kellőképpen tükrözi. A sugárzásos hőmérséklet (vagy más néven glóbusz hőmérséklet) az a hőmérséklet, amelyet egy sötétre színezett fémgömb középpontjába helyezett hőmérő mér. A fémgömb által elnyelt sugárzás (napsugárzás, vagy tárgyak által leadott hő) nagyságával arányosan a belső hőmérséklet emelkedik. Vizsgálataink során ezért a sugárzásos hőmérsékletet, illetve a száraz léghőmérsékletet egyaránt figyelembe vesszük a borjak hőkörnyezetének jellemzésekor, és azokat a hőmérséklet-páratartalom indexszel való összehasonlításban vizsgáljuk.

3.4.3. Hőstressz élettani következményei

A hőstressz hatása jelentkezhethet akut stressz hatásként, aminek látható és sok esetben mérhető jelei is vannak. A felnőtt állatokat, elsősorban a tejlő teheneket érintő hőstresszről és annak a termelésre kifejtett negatív hatásáról számos kutatás, cikk született. Azonban a borjak érintettsége sem elhanyagolható, mert a hőstressz a későbbi produktivitásra is kihat (Dado-Senn és mtsai., 2019). A hőstressz egyik vezető tünete az étvágytalanság, melynek oka, hogy a szervezet így próbálja meg csökkenteni a metabolikus hőtermelést. A csökkent takarmány felvétel a súlygyarapodásban visszamaradást eredményez. Éghajlattól függetlenül a nyári születésű borjaknak kisebb a születési súlyuk és a választási súlyuk is (López és mtsai., 2018; Broucek és mtsai., 2008). A takarmány felvétellel ellentétben a vízfogyasztás megnő, ami közvetlenül hűti a szervezetet. A fokozott vízigeny azonban legfőképp a nagyfokú verejtékezés és lihegés miatt lesz (Broucek és mtsai., 2009). A fokozott vízfogyasztás mellett a viselkedés változásának is nagy jelentősége van, mivel ez tulajdonképpen az első jele a stressz hatásnak. Az állatok keveset mozognak és keresik az árnyékos helyeket (Roland és mtsai., 2016). Emellett kifejezetten meleg időben az állatok kevesebbszer változtatják meg testhelyzetüket, ami szintén informatív lehet. Hőstressz hatására megnő a fekvé töltött idő hossza is (Kovács és mtsai., 2018a).

A párologtatásos hőleadás fokozása érdekében a felső kritikus környezeti hőmérséklet emelkedésével – borjaknál már 26°C felett (Roland és mtsai., 2016) – az állatok légzésszáma emelkedik. Fiziológiásan a borjak percnkénti légzésszáma 20-40. (Papp és mtsai., 1993) A megnövekedett légzési gyakoriság jelenthet akár 50-70 légvételt percnként (Piccione és mtsai., 2003), azonban Findlay (1956) kutatása alapján különböző hőmérsékleten (20°C, 30°C, 40°C) a légzési gyakoriság 70-145/perc is lehet. A légzésszám a hőterhelést csökkentő tényezők hatékonyságáról is informál, mivel Kovács és mtsai. (2018b) hálóval árnyékolat borjúházakban alacsonyabb légzésszámokat mértek, mint árnyékolás nélküliekben.

A pulzusszám emelkedése szintén tapasztalható akut stressz esetén és bizonyos hőmérséklet elérésekor. A kardiovaszkuláris változások arra utalnak, hogy a test például perifériás dilatáció révén hőt ad le (Neuwirth és mtsai., 1979). Megnő a szívverés szám, ami normál esetben borjaknál 70-90/perc (Papp és mtsai., 1993). Ezek mellett vérparaméterek változása is megfigyelhető. A kortizol szint megnő a plazmában, míg a trijód-tironin és tiroxin szint csökken (López és mtsai., 2018; Broucek és mtsai., 2008). A katekolaminok (epinefrin, norepinefrin) mennyisége hő hatására nő és egy szimpatikus aktivitás kezdődik. A víz megtakarítás érdekében pedig az antidiuretikus hormon mennyisége nő, de ezen felül számos egyéb hormon

mennyisége is megváltozik, mint például az inzulin, szomatotropin, prolaktin (Roland és mtsai, 2016).

A normál testhőmérséklet borjak esetében 38,5-39,2°C (Piccione és mtsai., 2003). Meleg nyári napokon a szabadban tartott borjak testhőmérséklete elérheti a 40,4°C-t, de ezt befolyásolja az is, hogy a borjúházak árnyékolva vannak, vagy ki vannak téve a napsugárzásnak (Kovács és mtsai.,2018b).

Ha a borjakat érintő környezeti hőmérséklet hatásairól beszélünk, akkor a hideg klíma kap több figyelmet. Ennek ellenére a meleg, nyári hőmérséklet okozta hőstressznek is nagy hatása van a borjakra. Bár az év néhány hónapjáról van szó, mégis nagymértékben kihat a takarmány felvételre, egészségi állapotra. Gyengébb immunitásuk miatt a növekedésük visszamarad és hajlamosabbak lesznek a megbetegedésekre (Tholen és mtsai., 2013)

A magas hőmérséklet miatti stressz káros hatásai közé tartozik az elhullások gyakoriságának emelkedése. Ha a magas hőmérséklet magas páratartalommal párosul, hajlamosíthatja a légzőszervi megbetegedésekre a borjakat (Theurer és mtsai, 2014). Azonban nem csak a posztnatális időszakban érintettek a borjak a hőstressz hatásaival. Prenatálisan, az anyaállatokat érintő hőstressz kihat a borjak fejlődésére is, mivel a méhbeli környezetet módosíthatja a magas hőmérséklet. Alacsonyabb lesz a születési súly és később a felnőttkori súly. (Bakony és Jurkovich, 2020). Emellett még az anyagcsere folyamatok is változnak. Nő a máj glükoneogenezise és a katabolikus hormonok mennyisége. Ezzel ellentétben az anabolikus hormonok mennyisége csökken (Tao és mtsai, 2013). A legnagyobb jelentősége azonban a károsodott immunfunkciónak van. A hőstressz ugyanis születés előtt és után is kihat az immunválaszra (Renaud és mtsai, 2018). A kolosztrumból történő passzív IgG transzport sérül (Monteiro és mtsai, 2014; Tao és mtsai, 2014), függetlenül a főcstej minőségétől. Ezen felül a sejtes immunválasz is károsodhat a választás előtti időszakban (Tao és mtsai, 2012).

A borjak elhullásának oka legfőképp fertőző betegségek, mint például az újszülöttkori hasmenés vagy légzőszervi betegségek. Ennek ellenére fontos figyelembe venni számos külső és belső tényező hatását is (Uetake, 2012). Ezen tényezők közé tartozik a hőstressz is, amely ellen érdemes védekezni a későbbi termelés és a megfelelő állatjóllét érdekében.

3.4.4. Hőstressz elleni védekezési stratégiák

A hőstressz okozta egészségkárosodás és termelés kiesés nagy gazdasági veszteséget jelenthet a telepek számára. Amellett, hogy nő az állatorvosi költség, csökken a bevétel, az állatjóllét szempontjából sem figyelmen kívül hagyható a környezeti hatások enyhítése. Az állatok megfelelő tartása, a komfortos környezet pozitív hatással van a későbbi termelésre.

A klímaváltozásnak köszönhetően az istállók hűtése elengedhetetlen. A hűtés történhet permetező szórófejekkel és ventilátorral, nagy nyomású ködösítővel, légkondicionálóval vagy párolgási hűtőrendszerrel alagút szellőzésű istállókban (Bucklin és mtsai, 2009). A légkondicionált istállók a leghatékonyabbak a meleg időszakokban, amit igazol a rektális hőmérséklet csökkenése és az, hogy a THI 72 alatt marad (Fournel és mtsai, 2017). A levegő hűtése mellett nagy jelentősége lehet a szigetelésnek is. Egy jól szigetelő tető meleg időben csökkenti a hőáramlást és ezzel hidegebb lesz az istálló hőmérséklete (House és mtsai, 2015), valamint az állatok takarmány fogyasztása és a tejtermelés több lesz. Fuquay és mtsai (1979) végeztek egy kutatást, amelyben a szigetelés mellett permetező fejeket is alkalmaztak. A kettő együtt eredményezte a rektális hőmérséklet és a légzési szám alacsonyabb szinten tartását.

Az eddig említett módszerek mind alkalmasak a hőterhelés csökkentésére, azonban a legfontosabb az állatok védelme a direkt napsugárzástól. Erre különböző természetes vagy mesterséges árnyékolási technikákat lehet alkalmazni (Nyugat és mtsai, 2003).

Borjak esetében is fontos a hőstresszel szembeni védekezés, az állatjóllét biztosításának érdekében és a későbbi termelés miatt is. Eltérő lehet a borjak tartásmódja egyes telepeken, de az árnyékolás mind a csoportos, mind az egyedi tartás esetén alkalmas hőstressz ellen. Manapság a jobb higiéniai viszonyok és a betegségek terjedésének mérséklése végett inkább egyedi tartás jellemző (Roland és mtsai, 2016). Az egyedi tartás lehet istálló alatt külön ketrecekben vagy szabad ég alatt, borjúházakban. A megfelelő házak jól tisztíthatóak, szárazok és emellett jól szellőznek (Pena és mtsai, 2016). A légáramlás növelése a hő leadás miatt fontos, de sebességét nagymértékben befolyásolja a házak magassága is. Moore és mtsai (2012) megállapították, hogy a túl alacsony házban alig van légmozgás a hátul enyhén megemelt a házakhoz viszonyítva. A megemelt házak légsebessége emelkedik és a szén-dioxid szint csökken alattuk. A borjúházak anyaga nagymértékben befolyásolja az alattuk lévő hőmérsékletet. Macaulay és mtsai (1995) kutatásai szerint a polietilén házaknak van a legmelegebb mikroklímájuk. A hőstressz elleni védekezési stratégia hatékonyságát a korábban említett, viselkedésbeli, illetve élettani változások összehasonlításával lehet értékelni. Az árnyékos helyen tartott borjak kevésbé vannak kitéve a napsugárzásnak, így a hőstressz mértéke

enyhébb lehet. Ezeknek a borjaknak a légzésszáma valamivel alacsonyabb és több a fekve töltött idő hossza is (Gu és mtsai, 2016). Amennyiben árnyékolva vannak ezek a házak, a benti és kinti hőmérséklet is alacsonyabb lesz, a közvetlen napsugárzásnak kitett házakhoz képest (Coleman és mtsai, 1996). Spain és Spiers (1996) kutatása szerint az árnyékolt házak külső felületének hőmérséklete a 10°C-al alacsonyabb, mint a napsugárzásnak kitett házaké. Emellett a felület hő terhelésének csökkentésével csökken a belső levegő hőmérséklete is, ami a légzésszám és testhőmérséklet mérsékelt csökkenését eredményezi. Az árnyékolás több módon kivitelezhető, lehet állandó épületi elem vagy időszakos (Kovács és Kovács, 2012). Különböző anyagból készülhetnek az árnyékolók, és ennek megfelelően eltérő lehet hatékonyságuk is.

Kamal és mtsai (2014) kutatásuk során összehasonlítottak néhányat az árnyékolók közül. A kísérletben nádtető, árnyékoló háló, azbesztes árnyékoló tető és nagyra nőtt fák biztosítottak a borjak számára árnyékot. Megfigyelték, hogy a mikroklímára milyen hatással vannak az egyes árnyékolási technikák. A fák által biztosított árnyék nem volt elegendő a jobb mikroklíma eléréséhez. Ennek az oka lehet, hogy a fák nem nyújtanak a nap minden órájában folyamatos árnyékot az állatok számára. Az azbesztes tető hasonlóan az előbbi módszerhez, magas klinikai alapértékeket eredményezett az állatoknál. Azonban a nádtető és a háló megfelelő mikroklímát biztosított a borjaknak. Az említett árnyékolási technikák közül a leghatékonyabbnak az árnyékoló háló bizonyult a nyári időszakban.

Az állatok saját védekező rendszere és az emberi beavatkozás, ami által a környezeti hőmérséklet hűthető az állatok körül, egyaránt fontos a hőstressz elleni védekezésben. A stressz hatás mértékének csökkentése a veszteségek minimalizálása és az állatok egészségkárosodásának megelőzése végett lényeges. Érdeemes olyan megfelelő technológiát találni és alkalmazni, ami az állatjólét és gazdaság szempontjából is optimális.

3.4.5. Hőstressz Magyarországon

A klímaváltozás számos problémát okoz manapság az állattartásban és állati eredetű termékek előállításában. Az üvegházhatású gázoknak köszönhetően Magyarország éghajlata is egyre csak melegszik, ami hőstresszt eredményezhet. A hőségnapok száma nő, ezzel szemben egyre kevesebb a csapadék mennyisége (Láng és mtsai, 2006). Hazánkban is a már említett módszereket alkalmazzák az állatok környezetének hűtésére, de sok esetben a régi építésű istállók átalakításra szorulnak. Ezek általában kis légterű zárt tetőgerinccel rendelkező épületek, melyek a mai nagy termelésű állományok számára már nem komfortosak. Az alkalmazott technológiák közül a leghatékonyabbnak az árnyékolás és mesterséges légmozgás bizonyulnak (Kovács és Kovács, 2012). A kutatások zöme a hőstressz szarvasmarhák tejtermelésére kifejtett hatásával foglalkozik. Emellett említést tesznek a magzatokat érintő negatív hatásokról, amit a méhkörnyezetének változása idéz elő. A károsító hatások következménye lehet a már említett csökkent születési súly vagy gyenge immunrendszer (Bakony és mtsai, 2019a).

A magyarországi telepeken, akárcsak a legtöbb európai telepen, a borjakat életük első heteiben szabadban, különálló borjúketrecekben tartják. A borjúházak olyan szintetikus anyagból készülnek, amik a téli hideg ellen megfelelő védelmet nyújtanak, azonban a nyári magas hőmérsékletben nem tudnak megfelelő mikroklímát biztosítani a fiatal állatok számára. A legtöbb telepen a termelő állatok nagyobb figyelmet kapnak, és a beruházási hajlandóság is nagyobb, mint a borjúnevelés terén (Bakony és mtsai, 2019b). Ennek fényében a hőstressz enyhítését szolgáló, ugyanakkor költséghatékony módszer hatékonyságát szeretnénk volna vizsgálni.

4. CÉLKITŰZÉSEK

Ahogy már a szakirodalmi áttekintésben is említettem a hőstressz kifejtett egyedekre kifejtett hatásáról több információ áll rendelkezésünkre, mint a borjak és az őket érintő hőstressz kapcsolatáról.

Szakedolgozatom témája a borjakat érintő hőstressz, a magas hőmérséklet hatása a fiatal állatok szervezetére és a borjúházak tájolása, mint védekezési módszer. Magyarország területén a legtöbb tejelő tehenészetben a borjak kevesebb figyelmet kapnak az időjárással szembeni védekezés tekintetében. Ennek oka, hogy próbálják minimális plusz költség ráfordítással felnevelni a borjakat. Az állatjóllét azonban a borjak esetében sem elhanyagolható és figyelembe kell venni azt is, hogy a későbbi termelésre is kihathat a borjakat érő bármely káros hatás. Azokon a telepeken, ahol árnyékolás telepítése nincs tervben, egy olyan, anyagi ráfordítást nem igénylő módszerrel, mint a borjúházak tájolása, talán lehet csökkenteni a borjakat, illetve a borjúházat érő napsugárzás általi hőterhelést.

A kutatás célja bemutatni, hogy a megfelelő tájolás, milyen mértékben képes csökkenteni a borjakat érintő hőstresszt és milyen pozitív hatást fejt ki az állatjólléti helyzetére.

A kérdés, amire a kutatás során a választ kerestük, az volt, hogy nyári napokon azokban a borjúházakban, amelyek bejárata kelet, illetve észak felé van tájolva, kedvezőbb-e a klíma, mint a dél, illetve nyugat felé tájolt borjúházakban, és ez tükröződik-e a bent lakó borjak hőszabályozási mechanizmusainak (légzésszámának) intenzitásában. Emellett azt is kívántuk vizsgálni, hogy melyik környezeti paraméter jellemzi legjobban a borjakat érő hőterhelést.

A célkitűzések alapján az alábbi kutatási hipotéziseket állítottuk fel:

1. A sugárzásos hőmérséklet jobban jellemzi a szabadban tartott borjak hőkörnyezetét, mint a száraz léghőmérséklet, illetve a hőmérséklet-páratartalom-index. A házikóban, illetve a kifutóban napon tartózkodó borjak légzésszáma jobban korrelál a sugárzásos hőmérséklettel, mint a száraz léghőmérséklettel, illetve a THI-vel.
2. A borjúházak anyaga a Nap beesési szögének és a besugárzás időtartamának függvényében eltérő mennyiségű hőenergiának van kitéve, így a belső tér mikroklímája függ a tájolástól. A belső környezet hőmérséklete napszakos különbséget mutat, és általánosságban a legkedvezőbb a keletre és északra néző házakban.
3. A borjak által tapasztalt hőstresszt a légzésszám alapján értékelve a házikóban tartózkodó állatok légzésszámának átlaga a 2. pont feltevései alapján napszakos és tájolástól függő különbségeket mutat az egyes égtájak tekintetében.
4. Feltételezzük, hogy a borjak szívesebben választják a kifutót, ha az árnyékolt. A kifutó árnyékoltsága, azaz az árnyékolt pihenőhely területe a tájolás és a napszak függvényében változik, délelőtt a nyugatra, délután a keletre néző házakban kedvezőbb, és ez tükröződhet a borjak tartózkodási helyének megválasztásában, illetve az árnyékos helyen pihenő borjak számában.

5. ANYAG ÉS MÓDSZER

5.1. A vizsgálat helyszíne

A megfigyeléseket az Extra Tej Tejtermelő Kft. beledi tehenészeti telepén végeztük. A telepen körülbelül 1050 Holstein-fríz tehenet és a szaporulatát tartják. Ezen a telepen a borjúházak elrendezése megfelelt a vizsgálati elrendezésnek, így a telep megszokott rendjében a legkisebb változást sem kellett eszközölnünk. A borjúházak egy nagy, nyitott területen, a hely optimális kihasználása miatt több sorban vannak elrendezve, és mind a négy égtáj felé néző sorok előfordulnak. A borjúházak anyaga üvegszállal megerősített poliészter (Agrobox-1, Agroplast Kft, Gyál), az aljzat kavics, szalmával almozva. A borjúházak bejárata előtt ráccsal elkerített kis kifutó terület is található, hasonló aljzaton. (3. ábra) A borjúházak felett nincsen árnyékolás. A vizsgálatot egy olyan nyári napon végeztük, amikor a hőmérséklet a kora reggeli és a naplemente utáni órákban a borjak felső kritikus környezeti hőmérsékletének tartott 26°C alatt volt, míg a nappali órákban felette. Így tudtuk követni a hősemleges állapotból a hőstresszbe történő átlépést, valamint feltételezhető volt, hogy a nappali megfigyelések az előző napi időjárástól függetlenek voltak, az éjszakai időszakot mintegy „kimosási” periódusnak tekintve.



3. ábra: Borjúház a beledi tehenészetben

5.2. Környezeti mérések és műszerek

Az állatokon végzett megfigyelésekkel párhuzamosan a napos kifutóban, illetve egy-egy, minden egyes égtáj felé néző üres borjúházban rögzítettük a száraz léghőmérsékletet, a sugárzásos (glóbusz) hőmérsékletet, a relatív páratartalmat és a szélsébséget. A méréseket Kestrel 5400AG Cattle Heat Stress Tracker (Nielsen-Kellerman Co., Boothwyn, PA, USA) (4.ábra) és Testo 480 (Testo SE & Co. KgaA, Lenzkirch, Germany) típusú mérőműszerekkel végeztük. A hőmérséklet-páratartalom-indexet az alábbi képlet alapján számítottuk (Mader et al., 2006):

$$THI = (0,8 * \text{Léghőmérséklet}) + (\text{Relatív páratartalom} / 100 * (\text{Léghőmérséklet} - 14,4)) + 46,4$$



4. ábra: Kestrel 5400AG Cattle Heat Stress Tracker mérőműszer és elhelyezése

5.3. Állatok

5-5 borjút választottunk az egyes égtájak (észak, kelet, dél és nyugat) felé tájolt borjúházakból. Az állatok életkora 7-17 nap volt. 7:00 és 19:00 között 20 percenként mértük az állatok légzésszámát (a bordaív mozgásának megfigyelésével), valamint feljegyeztük azt is, hogy az állatok a házikóban, vagy a kifutóban tartózkodnak-e, a testük nagy része napon, vagy árnyékban van-e, valamint állnak-e vagy fekszenek. A légzésszám mérést olyan távolságból végeztük, hogy a borjakat ne zavarjuk meg tevékenységükben. A friss víz, illetve tejpótló kiosztásának idején, mikor a borjak nagyon izgatottak voltak, nem végeztünk megfigyeléseket.

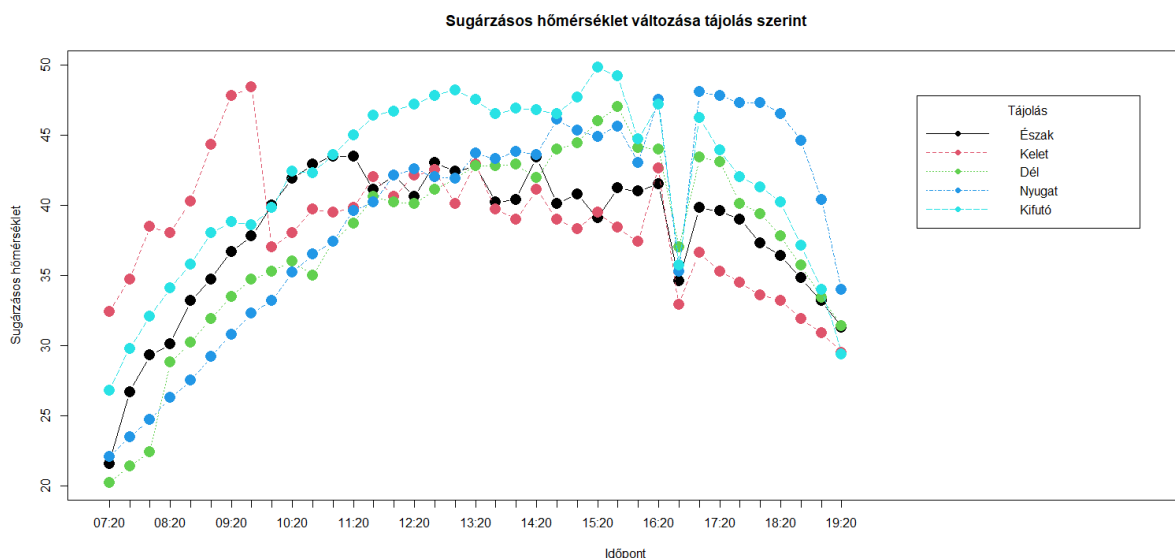
5.4. Statisztikai módszerek

Az állatokat érő teljes, illetve egyes napszakokra vonatkoztatott hőterhelést a hőmérsékletek átlagával jellemeztük. A borjak légzésszáma és a környezeti paraméterek közötti korrelációt ismételt méréses korrelációval vizsgáltuk (Bland és Altman, 1995). Az állatok légzésszámát az egyes napszakokra vonatkoztatva hasonlítottuk össze [délelőtt (7:00-11:00), dél (11:20-15:00), délután (15:20-19:00)]. Általánosított lineáris modellel vizsgáltuk az egyes mutatók és a házikó tájolásának, valamint a napszaknak az összefüggését. Figyelembe vettük, hogy egy állaton több megfigyelést is végeztünk, és ezek között korreláció áll fenn. A többszörös összehasonlítások során Bonferroni és Holm módszerével korrigáltuk a p-értékeket. Az egyes égtájak felé néző házakban levő borjak megfigyelése során napon, illetve árnyékban tartózkodó állatok arányát khi-négyzet próbával hasonlítottuk össze. A szignifikancia szintjét $p < 0,05$ -nél állapítottuk meg. Az R statisztikai szoftvert használtuk az elemzéshez (R Core Team, 2019).

6. EREDMÉNYEK

Az eredményeket a kutatási hipotéziseink alapján mutatom be.

1. **A sugárzásos hőmérséklet, a száraz léghőmérséklet, illetve a THI összehasonlítása aszerint, hogy mennyire jól jellemzik a borjak környezeti hőterhelését.**

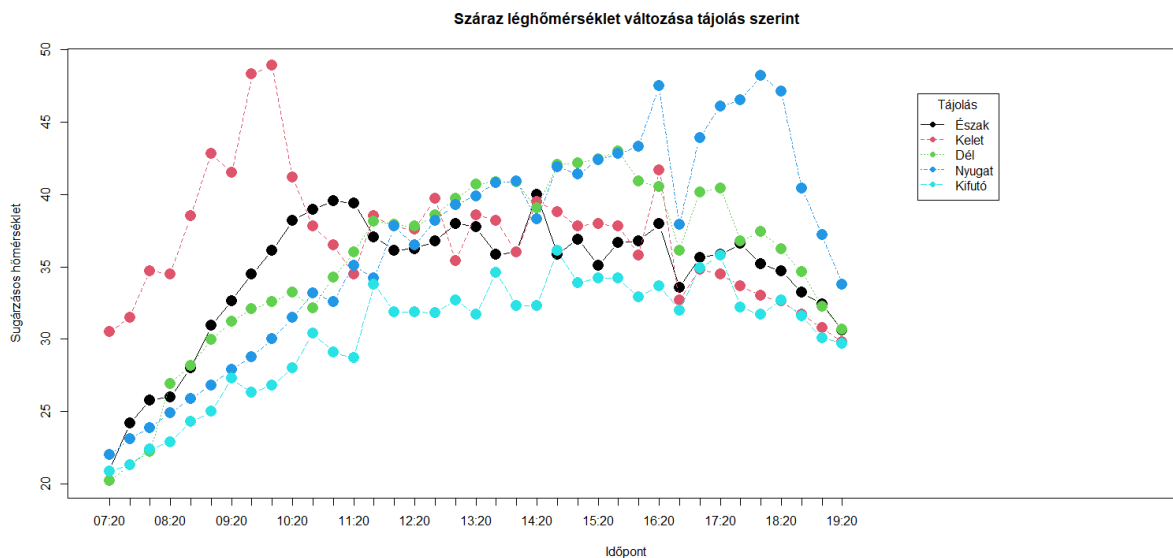


5. ábra: Sugárzásos hőmérséklet értékeinek változása tájolásnak megfelelően

A sugárzásos hőmérséklet értéke a keleti tájolású házakban volt a legmagasabb a reggeli órákban, ami azonban a nap folyamán lecsökkent. (5. ábra) Ezzel ellentétben a déli, nyugati tájolású házakban és kifutóban mért hőmérséklet a nap második felében volt magasabb a többi értékhez viszonyítva. A déli órákban a tájolástól függetlenül hasonló hőmérsékleti tartományban mozogtak az értékek. A reggeli órákban keleten, illetve a délutáni órákban a nyugati tájolású házakban mért kiugróan magas, jóval 40°C fölé emelkedő értékek azt mutatják, hogy a nap beesési szöge folytán a műszer a házikóban is közvetlen napsugárzásnak volt kitéve. Ebből arra következtethetünk, hogy ezekben az időszakokban a keleti, ill. nyugati tájolású házikók semmilyen árnyékolást nem nyújtanak a bent tartózkodó borjú számára.

A házikó és a kifutó összehasonlítása során azt figyelhetjük meg, hogy a kifutóban mért sugárzásos hőmérséklet az előzőekben említett időszakokon kívül minden időpontban magasabb volt, mint a házikókban mért sugárzásos hőmérséklet. Ez azt mutatja, hogy ha a házikó nyújt árnyékot a napsütés elől, akkor kedvezőbb bent a klíma, azonban, ha a házba is besüt a nap, akkor a benti klíma kevésbé lesz kedvező, mint a kifutóban.

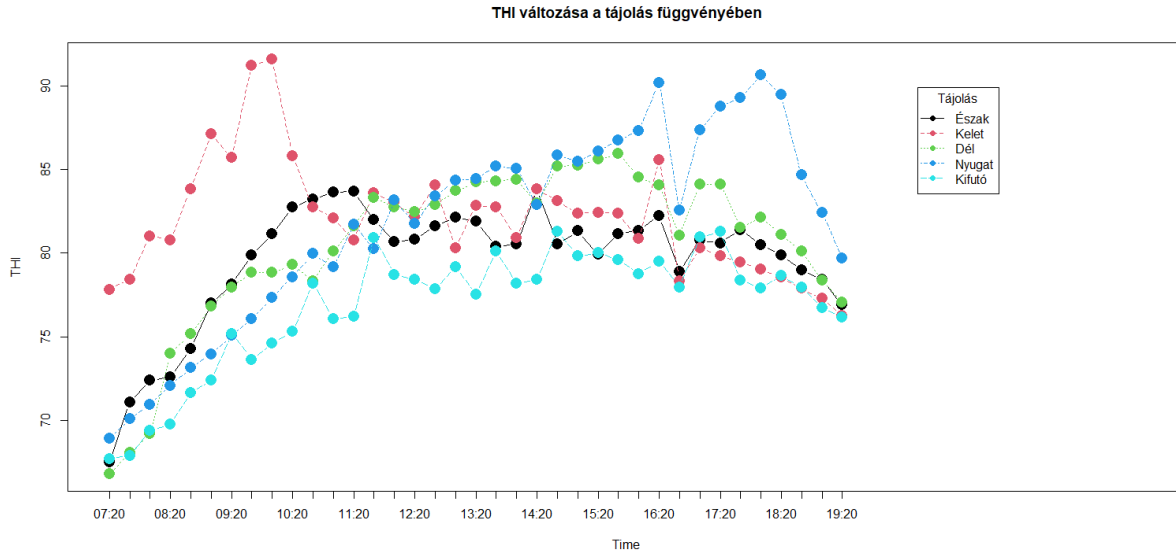
Feltéve, hogy a borjak a tartózkodási helyüket aszerint választják meg, hogy hol a legkisebb a hőterhelés, elmondhatjuk, hogy a sugárzásos hőmérséklet jól tükrözi a borjak által tapasztalt hőterhelés mértékét.



6. ábra: Szárász léghőmérsékleti értékek változása tájolásnak megfelelően

A szárász léghőmérsékleti értékek a sugárzásos hőmérséklethez hasonló változásokat mutattak napszakonként a különböző tájolású házakban. (6. ábra) A reggeli órákban a keleti tájolású házakban magasabbak, míg késő délután a nyugati tájolású házikókban. A kiugróan magas hőmérsékleti értékek hasonlóak az ugyanekkor mért sugárzásos hőmérsékletekhez, ami rámutat, hogy a műszer szárász léghőmérsékletet mérő hőmérőjét is érte a direkt napsugárzás a házikókban. A kísérleti beállítások során nem számítottunk rá, hogy a műszer kialakítása nem nyújt kellő árnyékolást az érzékelő számára, így az eredmények korlátozottan általánosíthatók. Mindamelllett a jelenség összhangban van azzal a korábbi megállapítással, hogy a keletre, ill. nyugatra néző házikók nem nyújtanak árnyékot a reggeli, illetve délutáni órákban.

A kifutóban a műszer elhelyezése kellő árnyékolást nyújtott a szárász léghőmérsékletet mérő érzékelőnek. A kifutóban, ill. a házikóban mért szárász hőmérsékletek összehasonlítása során azt figyeltük meg, hogy a kifutóban rendre alacsonyabb értékeket mértünk, mint a házikóban. Ennek az lehet az oka, hogy a házikó anyag által elnyelt, majd a házikó belsejébe is sugárzó hő felmelegíti a benti levegőt, ami a szárász léghőmérséklet értékében is megjelenik. A kifutóban mért hőmérsékletek az árnyékos körülmények között tapasztalt hőérzetet tükrözik, így megállapítható, hogy ha a kifutó árnyékos, akkor a borjak előszeretettel tartózkodnak a kifutóban.



7. ábra: THI változása tájolásnak megfelelően

A THI-értékek a száraz léghőmérséklethez hasonló irányú változást mutattak. (7. ábra) A vizsgálat nyári napon, szabadban folyt, így a relatív páratartalom a nap folyamán alacsony maradt, így kevésbé módosította a hőmérséklet közötti különbségeket. A hőmérséklet-páratartalom indexről is elmondható, hogy a kifutóban árnyékos körülmények között alacsonyabb volt, mint a házikóban, így összhangban a száraz léghőmérséklet esetén tett megállapítással, azt tükrözi, hogy ha a kifutó árnyékolt, a borjak nagyobb valószínűséggel választják a kifutót.

1. táblázat: Korrelációs együttható a környezeti paraméterek és a légzésszám között

	Sugárzásos hőmérséklet	Száraz léghőmérséklet	THI
A házikókban tartózkodó borjak légzésszáma	0,64	0,66	0,63
A kifutóban tartózkodó borjak légzésszáma	0,63	0,56	0,59

(Mindegyik korreláció szignifikánsnak bizonyult $p < 0,001$ szinten.)

A légzésszám és a hőmérséklet közti összefüggés erősségét mutató mérőszám hasonló nagyságrendű volt minden vizsgált összefüggésben (1. táblázat). A kifutói, azaz nem árnyékolt körülmények között a sugárzásos hőmérséklet szorosabb összefüggést mutat, mint a másik két

mutató. Megállapíthatjuk, hogy szabadban a sugárzásos hőmérséklet több információt hordoz a borjakat érő hőterhelés mértékéről, mint a száraz léghőmérséklet, illetve a THI.

2. A hőterhelésben mutatkozó napszakos és tájolásbeli különbség

2. táblázat: Száraz léghőmérsékleti értékek napszakonként

Száraz léghőmérséklet		Kelet	Észak	Dél	Nyugat	Kifutó(napos)
napi	átlag ± szórás	36,9 ± 4,2	34,5 ± 4,5	35,5 ± 6,1	36,6 ± 7,5	30,3 ± 4,2
	min	29,8	20,9	20,2	22	20,9
	max	48,9	40	43	48,2	36,1
délelőtt	átlag ± szórás	38,9 ± 5,9	31,3 ± 6,3	28,7 ± 4,9	27,6 ± 3,7	25,4 ± 3,1
	min	30,5	20,9	20,2	22	20,9
	max	48,9	39,5	34,2	33,2	30,4
dél	átlag ± szórás	37,7 ± 1,6	37,2 ± 1,4	39,5 ± 1,8	38,7 ± 2,5	32,6 ± 1,8
	min	34,5	35,9	35,9	34,2	28,7
	max	39,7	40	42,1	41,9	36,1
délután	átlag ± szórás	34,8 ± 2,2	35 ± 1,6	37,8 ± 3,3	43,1 ± 3,7	33 ± 1,6
	min	29,8	30,6	30,7	33,8	30,1
	max	47,5	38	43	48,2	35,8

3. táblázat: Sugárzásos hőmérséklet változása napszakonként

Sugárzásos hőmérséklet		Kelet	Észak	Dél	Nyugat	Kifutó(napos)
napi	átlag ± szórás	38,5 ± 4,1	38,2 ± 5,1	37,7 ± 6,7	39,3 ± 7,9	42,1 ± 5,9
	min	29,5	21,6	20,2	22,1	26,8
	max	48,4	43,5	47	48,1	49,8
délelőtt	átlag ± szórás	39,9 ± 4,8	34,9 ± 6,9	30,6 ± 5,9	29,9 ± 5,1	36,8 ± 5,2
	min	32,4	21,6	20,2	22,1	26,8
	max	48,4	43,5	37,4	37,4	43,6
dél	átlag ± szórás	40,6 ± 1,5	41,7 ± 1,3	41,8 ± 1,7	42,9 ± 1,8	46,9 ± 0,8
	min	38,3	40,1	38,7	39,6	45
	max	42,9	43,5	44,4	46,1	48,2
délután	átlag ± szórás	35,5 ± 2,7	37,7 ± 2,8	40,2 ± 4,3	44,2 ± 4,4	42,6 ± 5,1
	min	29,5	31,3	31,4	34	34
	max	47,5	41,5	47	48,1	49,8

4. táblázat: THI értékek változása napszakonként

THI		Kelet	Észak	Dél	Nyugat	Kifutó
napi	átlag±	82,0±	79,7±	80,4±	82,2±	76,8±
	szórás	3,6	3,3	4,8	5,9	3,7
	min	76,2	67,5	66,8	68,9	67,7
	max	91,6	83,9	85,9	90,7	81,3
dél	átlag±	82,48±	81,64±	83,60±	83,63±	78,88±
	szórás	1,19	1,16	1,12	1,69	1,47
	min	80,31	80,40	80,55	80,23	76,20
	max	84,08	83,85	85,25	85,86	81,31
délelőtt	átlag±	84,02±	76,96±	75,27±	74,60±	72,64±
	szórás	4,31	5,19	4,57	3,57	3,41
	min	77,82	67,49	66,76	68,89	67,69
	max	91,59	83,65	80,09	79,95	78,19
délután	átlag±	80,16±	80,08±	82,29±	86,70±	78,76±
	szórás	3,18	1,49	2,65	3,15	1,50
	min	76,25	76,90	77,07	79,67	76,16
	max	90,19	82,25	85,95	90,67	81,29

A napi, illetve napszaki átlagos hőmérsékletek alakulása, melyet a 2., 3., 4. táblázatok mutatnak be, megerősíti az előzőekben bemutatott ábrákról leolvasott eredményeket. A hőmérséklet reggel és délben folyamatosan emelkedett, majd tájolásnak megfelelően délután csökkent (keleti és északi tájolás) vagy tovább emelkedett (nyugati tájolás). Minden borjúházban emelkedett a hőmérséklet, de az emelkedés mértékét befolyásolta a tájolás. A különböző napszakok átlag hőmérsékleti értékeit együtt figyelembe véve a legkedvezőbb eredmények az északi és keleti tájolású házakban voltak. A borjúházak anyagát tekintve megállapítható, hogy az üvegszállal megerősített poliszter nyújt valamennyi védelmet a közvetlen napsugárzásból eredő hőterheléssel szemben, azonban egyáltalán nem szigetel.

Mivel a borjak felső kritikus hőmérséklete 26°C-ra tehető, a borjakat meleg nyári napokon mindenképp fogja valamilyen mértékű hőstressz érni bármilyen irányban is tájolt a borjúház. Azonban megfelelő tájolással elkerülhető az extrém magas hőmérsékletek és a következményes hiperventilláció. Az esetleges hőséguta elkerülése érdekében már a néhány fokos eltérésnek is lehet jelentősége.

3. A légzésszámban tapasztalható napszakos és tájolásbeli különbségek

5. táblázat: Légzésszám változása tájolásonként

	Kelet	Észak	Dél	Nyugat
	átlag ± se	átlag ± se	átlag ± se	átlag ± se
reggel	91 ± 6.6	89.3 ± 7.4	79.8 ± 8.0	74.7 ± 6.4
dél	108.7 ± 6.2	104.3 ± 7.0	119.8 ± 8.0	111.6 ± 6.2
délután	82.7 ^a ± 6.1	84.4 ^{ab} ± 6.9	108 ^{ab} ± 7.9	108.8 ^b ± 5.7

(Az a és b betűk egymáshoz képest szignifikáns különbséget jelölnek egy soron belül.)

A légzésszám reggel a nyugati tájolású házakban a legalacsonyabb, míg délben és délután a keleti és északi tájolású házakban. (5. táblázat) Az értékek tájolástól függetlenül meghaladják az élettani légzésszám értékét, azonban abban, hogy milyen mértékben nő, a tájolásnak meghatározó szerepe van. A déli és nyugati tájolású házakban tartott borjak esetén a légzésszám jóval nagyobb mértékű emelkedést mutat a délelőtti és a déli órák között, és mind a déli, mind a délutáni órákban meghaladja az átlagosan 100 légvételt percenként, ami komoly hiperventillációra utal. A keleti és északi tájolású házakban az átlagos légzésszámok alakulása kiegyensúlyozottabbnak mondható. A légzésszámok fényében megállapítható, hogy a keleti és északi tájolású házakban tartott borjak jobban megbirkóznak az őket érő hőstresszel, mint az nyugati és déli tájolású házakban tartott társaik.

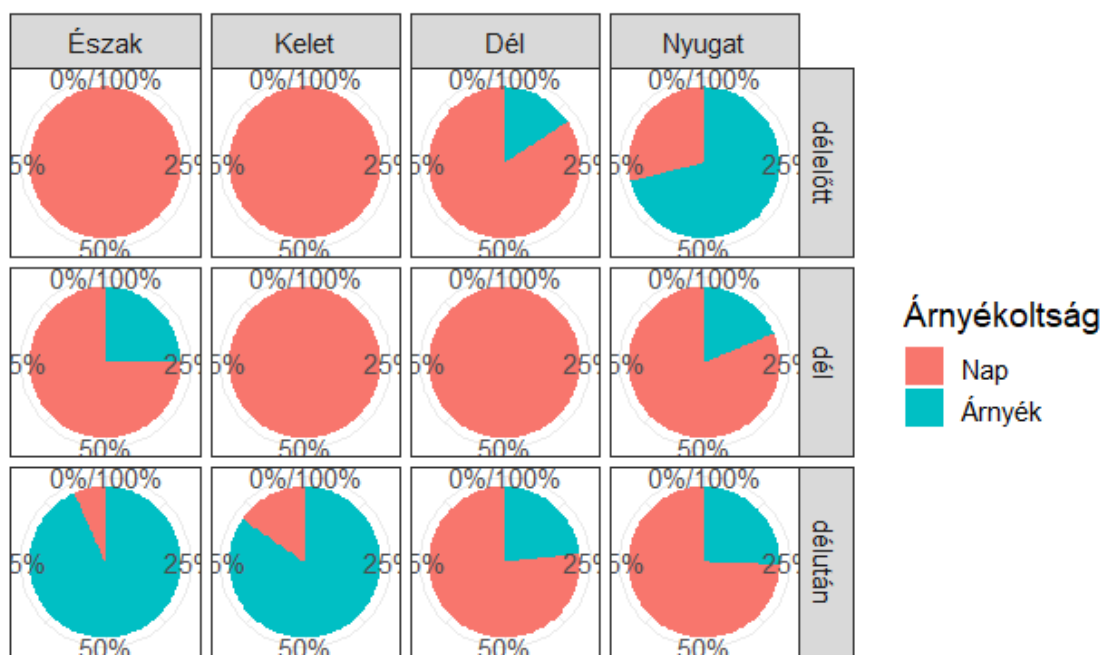
4. Árnyékolt pihenőhely hozzáférhetősége a tájolás függvényében

A megfigyeléskor a kifutóban tartózkodó borjak közül az árnyékban tartózkodók arányát hasonlítottuk össze a napon tartózkodók arányával. (6. táblázat)

6. táblázat: Árnyékoltás tájolásonként

Árnyékoltás	Észak	Kelet	Dél	Nyugat
Árnyék	18	33	10	41
Nap	34	28	44	56

Az arányok közötti különbség szignifikáns ($p < 0,001$), azaz a tájolás befolyásolja az árnyékos pihenőhely elérhetőségét. A dél felé néző házakban az árnyékban tartózkodó borjak aránya alacsonyabb, mint a többinél. Úgy gondoljuk, hogy a kelet felé tájolt házak legnagyobb előnye abban rejlik, hogy bár a nap korai időszakában nem nyújtanak árnyékot, ez a nap kevésbé meleg időszaka, ugyanakkor a nap legmelegebb óráiban már árnyékos pihenőhelyet biztosítanak a kifutóban.



8. ábra: Árnyékoltás tájolásnak megfelelően

Az árnyékoltás tekintetében az északi és keleti tájolású házikók a legkedvezőbbek a borjak számára. (8. ábra)

7. MEGVITATÁS

Kutatásunkban beigazolódott, hogy a meleg nyári napokon a borjak hőstressznek vannak kitéve, ami az elmúlt években a klímaváltozásnak köszönhetően egyre kifejezettebb. Kevés olyan szakirodalom áll a rendelkezésünkre, amely a borjak hőstresszével foglalkozik. A borjú házak tájolásáról és annak hatásáról szóló cikk pedig egyáltalán nem található, ezért az árnyékolással kapcsolatos irodalommal lehet összehasonlítani a kapott eredményeket.

Coleman és mtsai (1996) vizsgálata alapján a hálóval történő árnyékolás átlagosan 40 °C-ról 33°C-ra, azaz mintegy 7°C-kal csökkentette a sugárzásos hőmérsékletet a napsütötte területhez képest. Az árnyékolt, illetve nem árnyékolt házikók belső terében, valamint a kifutókban mért száraz léghőmérséklet értékekben azonban csak 1-2 °C eltérés mutatkozott. Eredményük megerősíti, hogy a sugárzásos hőmérséklet jobban tükrözi a borjakat érő hőterhelést, mint a száraz léghőmérséklet. Kovács és mtsai (2018), szintén szabadban tartott, választás előtti borjak házikója fölé telepített árnyékolás hatását vizsgálták. A vizsgálatot meleg nyári napokon végezték, száraz léghőmérsékleti és THI értékeket rögzítettek. A legmagasabb hőmérsékleti értékek 46 °C körül mozogtak, ez hasonló a mi vizsgálatunk során tapasztaltnak. A mezőgazdasági hálóval árnyékolt házikók belsejében átlagosan 6,2°C-kal alacsonyabb volt a hőmérséklet és 6 egységgel alacsonyabb a THI, mint a közvetlen napsugárzásnak kitett borjúházakban. Jelen vizsgálatban a tájolásból eredő hőmérséklet-különbség csak bizonyos időszakokban és égtájak között ért el ekkora mértéket: a délelőtti, illetve a délutáni időszakban a keleti és nyugati tájolású házak között. Ez alapján elmondható, hogy a tájolással befolyásolható a borjakat érő hőterhelés, de hatása korlátozott, és az árnyékolás hatékonyságát nem éri el.

A napszakos különbségek tekintetében elmondható, hogy annak ellenére, hogy délelőtt a kelet felé tájolt házikókban mért hőmérsékleti értékek voltak magasabbak, a délelőtt a nap kevésbé meleg időszakának tekinthető. Más tanulmányok is megkülönböztetik a reggeli, illetve a kora délutáni időszakot (Coleman és mtsai, 1996), ez utóbbit tekintve a nap melegebb óráinak. Vizsgálatunk alapján elmondható, hogy a nyugatra tájolt házak a nap legmelegebb időszakában nem nyújtanak védelmet a benn tartózkodó borjak számára. Kovács és mtsai 2020-as, borjak hőstressz-határértékeinek megállapítását célzó vizsgálata szerint a borjaknál 78-as THI felett már beindulnak a hőstressz elleni alkalmazkodás mechanizmusai, 88-as THI felett pedig kifejezett hőstresszt tapasztalnak. Ez megerősíti, hogy a borjakat érő hőstressz mértékét tudja befolyásolni a tájolás, különös tekintettel a délutáni időszakra.

Ha az állatok légzésszámát vesszük figyelembe, a hőterhelés következtében megnő, amelynek mértéke azonban csökkenthető például a tájolással vagy árnyékolással. Gu és mtsai (2016) kísérlete alapján, az árnyékos helyen tartott borjaknak légzésszáma alacsonyabb a közvetlen napsugárzásnak kitett egyedekéhez képest és emellett többet is fekszenek. Az árnyéknak köszönhetően a mért hőmérsékleti értékek is alacsonyabbak. A mi kutatásunk szerint azoknak a borjaknak, amelyek házikója megfelelő tájolású volt, szintén egy kissé alacsonyabb a légzésszáma. A tájolásnak köszönhetően ugyanis napszakonként különböző mértékű volt a nap beesési szöge, így a házakat érő hőenergia, valamint a kifutók árnyékoltsága. A legkedvezőbb eredményeket az északi és keleti tájolású házak esetén kaptuk. Ennél a két tájolásnál a napszakonkénti átlag hőmérséklet és a légzésszám is alacsonyabb volt a nyugati és déli irányhoz viszonyítva. Bár a légzésszám ennek ellenére is 80/perc feletti értéket mutatott, míg a fent említett kutatásban az élettani értékhez jóval közelebbi értékek születtek.

Kovács és mtsai 2018-as vizsgálatában a napos csoporthoz képest délben átlagosan 40, illetve 16 órakor átlagosan 20 légvétel/perccel alacsonyabb légzésszámokat mértek a hálóval árnyékolts csoportban. A mi vizsgálatunkban ilyen mértékű különbség nem volt tapasztalható. A legnagyobb mértékű különbség a hőmérséklet-különbségekkel összhangban a délután során volt tapasztalható, amikor is a keleti és északi tájolású házakban lakó borjak légzésszáma átlagosan mintegy 20 légvétel/perccel alacsonyabb volt, mint a dél, illetve nyugat felé tájolt házikókban tartott borjaké. Ez is alátámasztja, hogy a tájolás nem éri el az árnyékolás hatékonyságát, de a nap legmelegebb időszakában jelenthet védelmet.

Kamal és mtsai (2014) kutatásuk során a különböző árnyékolási technikákat hasonlították össze. Nádtető, árnyékoló háló, azbesztes árnyékoló tető és fák által biztosított árnyékban hőmérsékletét mérték a belső és külső oldalukon lévő hőmérsékletet, illetve a borjak légzésszámát és rektális hőmérsékletét. A légzés szám alapján az azbesztes és fák általi árnyékolást találták a legkevésbé kedvezőnek, ugyanis a légzésszám meghaladta időnként az 50/perc értéket. Ha ezzel összevetjük a kísérletünk eredményeit elmondható, hogy bármilyenfajta mesterséges árnyékolás hatékonyabbnak bizonyul mintha csak a tájolást alkalmazzánk.

Ennek értelmében a tájolás javít a borjakat érintő hőstressz mértékén, azonban még így is súlyos marad a hőterhelés. Ha a borjaknak lehetőségük van, akkor megpróbálnak árnyékba húzódni. Az északi és keleti tájolású házaknak éppen ezért az a legnagyobb előnye, hogy a délutáni órákban árnyékos a kifutó. A borjak ilyenkor szívesebben vannak a kifutóban.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Szakedolgozatom célja bemutatni a választás előtt álló, szabadban tartott borjakat érintő hőstressz jelentőségét és az egyedi borjúházak tájolásának hatásait. Összehasonlítottuk a négy különböző égtáj (észak, dél, kelet, nyugat) felé tájolt borjúházak belső klímáját a nappali órákban. A méréseket egy olyan meleg nyári napon végeztük, amikor a napközbeni hőmérséklet meghaladta a borjak felső környezeti hőmérsékletének tartott 26 °C-ot. A száraz léghőmérséklet, a sugárzásos hőmérséklet és a relatív páratartalom értékeit rögzítettük, amit a borjú házakon kívül a kifutóban is mértünk. Égtájanként 5-5, három hetesnél fiatalabb állatot figyeltünk meg. A különböző hőmérsékleti értékeken felül a borjak légzésszámát mértük, valamint feljegyezésre kerül az is, hogy az állatok árnyékban tartózkodnak vagy napon, házikóban vagy kifutóban.

A hőmérsékleti értékek és THI alapján elmondható, hogy leginkább a sugárzásos hőmérséklet informál bennünket a szabadban tartott borjakat érő hőterhelés mértékéről, mivel mind a napsugárzás, mind a felhevült házikóból eredő hősugárzás hatását tükrözi. A szakszerűen árnyékban használatos száraz léghőmérő nem tükrözi a napsugárzás hatását. A THI a száraz léghőmérséklettel együtt mozog, így ahhoz hasonlóan nem kellően informatív. A környezeti paraméterek és légzésszám korrelációja is igazolja a fenti megállapítást, mivel a légzésszámmal vett korrelációs együttható a sugárzásos hőmérséklet esetén mutatja a legszorosabb összefüggést.

Tájolásnak megfelelően a napszakonkénti átlag hőmérséklet is változóan alakul, azonban fontos megemlíteni, hogy a környezeti hőmérséklet minden tájolás esetén meghaladja a borjak számára ideális hőmérsékletet. Ez alapján a tájolással csak a rendkívül nagymértékű hőterhelést és az azzal járó hiperventillációt lehet kiküszöbölni.

Ugyan a reggeli és délelőtti órákban tájolástól függetlenül minden borjúház hőmérséklete valamilyen mértékben emelkedik, ez déltől változik. A nyugati és déli irányba néző házakban magasabb értékeket mérhetünk délután, mint a keleti vagy északi tájolású házakban. Emellett pedig kifejezett hiperventillációt tapasztalhatunk a délutáni órákban. A keleti, északi tájolás előnye, hogy délután a hőmérséklet, kismértékben ugyan, de csökken. Az alacsonyabb átlag hőmérsékleti értékek mellett a borjak percenkénti légvétele is kevesebb ennél a két tájolásnál. Az alacsonyabb légzésszám azonban még így is többszörösen meghaladja az élettani értéket.

Az árnyék jelentősége sem elhanyagolható, ha a borjak hőterhelését figyeljük meg. Azt tapasztaltuk, hogy bár a kifutóban mért hőmérséklet olykor alacsonyabb, mint a házikóban lévő,

a borjak mégis szívesebben fekszenek bent. Ennek az lehet az oka, hogy a kifutóban ilyenkor közvetlen napsugárzásnak lennének kitéve az állatok. Amennyiben a kifutó árnyékba került, a borjak is kint voltak. Ez alapján elmondható, hogy az árnyékos helyeket preferálják az állatok. A tájolás azonban befolyásolja a borjú házak és kifutók árnyékoltságát. A megfigyelések alapján a keleti és északi tájolású házak kifutóinak árnyékoltsága a legkedvezőbb a nap folyamán. A kelet felé néző házak reggel közvetlen napsugárzásnak vannak kitéve, azonban ilyenkor nincs annyira meleg, mint délután. Ezek a házak a legmelegebb napszakban árnyékot biztosítanak a kifutóban és így ez a tájolás kedvezőbb lesz a többinél.

Összességében elmondható, hogy a keleti és északi irányú tájolással tudjuk csökkenteni a borjakat érő hőstresszt. A hőterhelés azonban még így is súlyos marad, tehát a tájolás, mint egyedüli hőstressz elleni védekezési módszer nem alkalmas. Az árnyékolás a leghatékonyabb a hőstressz mértékének csökkentésére, azonban ez némi anyagi ráfordítást kíván. Mivel a legtöbb telepen a borjak ilyen szempontból háttérbe szorulnak, nem építenek számukra árnyékot biztosító tetőt. Bár az árnyékolás egyáltalán nem helyettesíthető csak tájolással, mégis ez egy költséghatékony átmeneti megoldásnak bizonyul és a borjak hőterhelését is enyhíti.

9. SUMMARY

The aim of my thesis was to present the importance of heat stress in preweaning dairy calves and the effects of different orientation of individual calf hutches. We have compared the inner climate of calf hutches. We carried out the measurements on a hot, summer day, when the temperature during the day exceeded 26°C, which is the upper limit of the calves thermoneutral zone. The dry bulb temperature, radiant temperature and relative humidity were recorded outside and inside the hutches. There were four groups facing east, north, west and south. In every group there were 5-5 calves, younger than three weeks old. We measured the respiration rates of calves besides the different temperature values and noted if the calves were in the hutches or outside, in shade or in the sun.

Comparing the temperature values and temperature-humidity index, we have found that the radiant temperature gives more information about the heat load of calves. The dry bulb temperature, that is measured with the sensor being shaded, does not reflect the effect of solar radiation. However, when the sensor is not shielded from the sun, the values are close to that of the black globe thermometer. The THI follows the same pattern as the dry bulb temperature and consequently less informative, than the black globe temperature. The strength of correlation between the environmental parameters and respiration rates agree with our statement. The correlation coefficients are the closest in the case of radiant temperature.

According to orientation, the average temperature varies with period of the day. It is important to note, that the ambient temperature exceeded the ideal temperature for calves in all four directions. We have concluded that the orientation of calf hutches have a marginal effect on inner microclimate and associated hyperventilation..

The temperature of hutches increase in the morning, independently of orientation. In the afternoon, a slight difference could be observed, the temperature in west and south oriented hutches were higher. In addition, there is an expressed hyperventilation during the afternoon. The advantages of east and north oriented hutches is that the temperature decreases a little bit in the afternoon. The respiration rate per minute is less in calves housed in hutches facing these two orientations. . However, the respiratory rate was higher than the physiological respiratory value.

The importance of shade is not negligible, when we are talking about heat load of calves. The dry bulb temperature in the hutches were higher, than outside, but the calves were lying inside. Based on this the calves prefer the shaded places better, than places with direct solar radiation,

as it was reflected in radiant temperature values. If the resting area outside the hutches is in shade, then the calves are lying outside too. The observations show, that the amount of shade is greater in the east and north oriented houses, so it is more favourable during the day. The houses facing east are exposed to direct solar radiation in the morning, but the weather is not so warm then. These hutches provide more shade in the warmest part of the day, that way, this orientation is better for calves.

Overall we can slightly reduce the heat stress of calves with east or north oriented hutches. However, the orientation in itself does not provide enough protection against heat stress, because the heat load will stay serious even in the hutches facing the most favourable direction. The shading is the most effective to reduce the heat load, but it needs some investment which needs the owner's willingness, that is usually limited. Although shading is not substitutable with orientation, this can be a cost-efficient, temporary solution and it reduces the degree of heat stress.

10. IRODALOM JEGYZÉK

- Armstrong, D. V.**, 1994: Heat Stress Interaction with Shade and Cooling. *Journal of Dairy Science*. 77, p. 2044-2050
- Bakony M., Kiss G. and Jurkovich V.**, 2019: The effect of hutch orientation on primary heat stress responses of dairy calves. In *Advancing Animal Welfare Science: How Do We Get There? – Who Is It Good For? Proceedings of UFAW International Animal Welfare Science Symposium*, 3–4 July 2019, Bruges, Belgium, p. 52.
- Bakony M., Jurkovich V.**, 2020: Heat stress in dairy calves from birth to weaning. *Journal of Dairy Research*, 87. S1. p. 53-59.
- Beiranvand H., Khani M., Omidian S., Ariana M., Rezvani R., Ghaffari M. H.**, 2016: Does adding water to dry calf starter improve performance during summer? *Journal of Dairy Science*. 99, p. 1903-1911
- Berckmans D.**, 2017: General introduction to precision livestock farming. *Animal Frontiers*. 7, p. 6-11
- Bland J. M., Altman D. G.**, 1995: Calculating correlation coefficients with repeated observations: Part 1—Correlation withon subjects. *BMJ*; 310 (6977):446. doi: 10.1136/bmj.310.6977.446
- Bohmanova J., Misztal I., Cole J. B.**, 2007: Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Prodction Losses due to Heat Stress. *Journal of Dairy Science* 90, p. 1947-1956
- Broucek J., Kisac P., Uhrincat M.**, 2009: Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. *Int J Biometeorol* 53, p. 201-208
- Brouk M. J., Smith J. F., Harner J. P.**, 2003: Effectiveness of Cow Cooling Strategies Under Different Enviromental Conditions. *Proceedings of the 6 th Nyugatern Dairy Management Conference* March 12-14, 2003, Reno, USA
- Bucklin R. A., Bray D. R., Martin J. G., Carlos L., Carvalho V.**, 2009: Environmental temperatures in Florida dairy housing. *American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 0883-8542*. 25(5), p. 727-735
- Coleman D. A., Moss B. R., McCaskey T. A.**, 1996: Supplemental Shade for Dairy Calves Reared in Commercial Calf Hutches in a Southern Climate. *Journal of Dairy Science* 79, p. 2038-2043
- Collier R. J., Dahl G. E., VanBaale M. J.**, 2006: Major Advances Associated with Enviromental Effects on Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 89, p. 1244-1253
- Collier R. J., Baumgard L. H., Zimelman R. B., Xiao Y.**, 2019: Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. *Animal Frontiers* 9, p. 12-19
- Dado-Senn B, Vega Acosta L, Torres Rivera M, Field SL, Marrero MG, Davidson BD, Tao S, Fabris TF, Ortiz-Colón G, Dahl GE and Laporta J.**, 2020: Pre- and postnatal heat stress abatement affects dairy calf thermo- Q6 regulation and performance. *Journal of Dairy Science* 103, p. 4822-4837
- Findlay J. D.**, 1956: The respiratory activity of calves subjected to thermal stress. *J. Physiol.* 136, p. 300-309
- Fournel S., Ouellet V., Charbonneau É.**, 2017: Practices for Alleviating Heat Stress of Dairy Cows in Humid Continntal Climates: A LiteratureReview. *Animals*, 7, 37; doi:10.3390/ani7050037
- Fuquay J. W., Zook A. B., Daniel J. W., Brown W. H., Poe W. E.**, 1979: Modifications in Freestall Housing for Dairy Cows During the Summer. *Journal of Dairy Science*, 62, p. 577-583
- Gebremedhin KG, Cramer CO and Porter WP**, 1981: Predictions and measurements of heat production and food and water requirements of Holstein calves in different environments. *Transactions of the ASAE* 24, p. 715–720

- Gonzales-Jimenez E., Blaxter K. L.,** 1962: The metabolism and thermal regulation of calves in the first month of life. *Brit. J. Nutr.* 16, p. 199-212
- Gu Z., Yang S., Leng J., Xu S., Tang S., Liu C., Gao Y., Mao H.,** 2016: Impacts of shade on physiological and behavioural pattern of Dehong buffalo calves under high temperature. *Applied Animal Behaviour Science* 177, p. 1-5
- Hahn G. L., Chen Y. R., Nienaber J. A., Eigenberg R. A., Parkhurst A. M.,** 1992: Characterizing animal stress through fractal analysis of thermoregulatory responses. *Journal therm. Biol.* 17, p. 115-120
- House H. K., Eng P.,** 2015: Ventilation Options for Free-Stall Barns. *Factsheet 15-017 Agdex* 410/721
- IUPS,** 2001. Glossary of terms for thermal physiology. *Jpn. J. Physiol.* 51, p. 245–280.
- Ivanov K. P.,** 2006: The development of the concepts of homeothermy and thermoregulation. *Journal of Thermal Biology* 31, p. 24-29
- Jones C., Heinrichs J.,** 2013: Heat Stress in Dairy Calves. DSE 2013-185
- Kmal R., Dutt T., Patel B. H. M., Dey A., Chandran P. C., Barari S. K., Chakrabarti A., Bhusan B.,** 2014: Effect of shade materials on microclimate of crossbred calves during summer. *Veterinary World*, EISSN: 2231-0916, p. 761-783
- Kovács L., Kézér F. L., Bakony M., Jurkovich V., Szenci O.,** 2018: Lying down frequency as a discomfort index in heat stressed Holstein bull calves. *Scientific Reports* 8, 15065, DOI:10.1038/s41598-018-33451-6
- Kovács L., Kézér F. L., Ruff F., Jurkovich V., Szenci O.,** 2018: Assessment of heat stress in 7-week old dairy calves with non-invasive physiological parameters in different thermal environments. *PLoS ONE* 13, e0200622. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200622>
- Kovács L., Kézér F. L., Póti P., Boros N., Nagy K.,** 2020: Short communication: Upper critical temperature-humidity index for dairy calves based on physiological stress parameters. *Journal Dairy Science* 130, p. 2707-2710
- Láng I., Csete L., Faragó T., Führer E., Harkányi K., Harnos Zs., Ijjas I., Jolánkai M., Kovács M., Ligetvári F., Major Gy., Schweitzer F., Szász G., Szirmai V., Veisz O., Vida G.,** 2006: A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. KvVM – MTA „VAHAVA” PROJEKT ÖSSZEFOGLALÁSA
- López E., Mellado M., Martínez A. M., Véliz F. G., García J. E., de Santiago A., Carrillo E.,** 2018: Stress-related hormonal alterations, growth and pelleted starter intake in pre-weaning Holstein calves in response to thermal stress. *Int J Biometeorol* 62: p. 493-500
- Macaulay A.S., Hahn G. L., Clark D.H., Sisson D. V.,** 1995: Comparison of calf housing types and tympanic temperature rhythms in holstein calves. *Journal of Dairy Science* 78, p. 856-862
- Mader T. L., Davis M. S., Brown-Brandl T.,** 2006: Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 84, pp. 712-719
- Moore D. A., Duprau J. L., Wenz J. R.,** 2012: Short communication: Effect of dairy calf hutch elevation on heat reduction, carbon dioxide concentration, air circulation, and respiratory rates. *Journal Dairy Science* 95, p. 4050-4054
- Monteiro A. P. A., Tao S., Thompson I. M., Dahl G. E.,** 2014: Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostral and calf factors. *Journal Dairy Science* 97, p. 6426-6439
- Nascimento F. G. de O., Aguiar H. C. P., Rodrigues G. M., Guimarães E. C., Nascimento M. R. B. de M.,** 2019: What is the best temperature-humidity index equation to indicate heat stress in crossbred dairy calves in a tropical environment? *Ciência Rural* 49:01, e20180132, <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cx20180132>

- Neuwirth J. G., Norton J. K., Rawlings C. A., Thompson F. N., Ware G. O.,** 1979: Physiologic Responses of Dairy Calves to Environmental Heat Stress. *Int. J. Biometeor.* 23, p. 243-254
- Nonnecke B. J., Foote M. R., Miller B. L., Fowler M., Johnson T. E., Hirst R. L.,** 2009: Effects of chronic cold on growth, health, and select metabolic and immunologic responses of preruminant calves. *Journal Dairy Science* 92, p. 6134-6143
- Ortiz X. A., Smith J. F., Rojano F., Choi C. Y., Bruer J., Steele T., Schuring N., Allen J., Collier R. J.,** 2015: Evaluation of conductive cooling of lactating dairy cows under controlled environmental conditions. *Journal Dairy Science* 98, p. 1759-1771
- Pál L., Bercsényi M., Nagy Sz., Farkas V., Husvéth F.,** 2014: A globális felmelegedés hatása az állatok szervezetére. *Iskolakultúra* 14/11-12, p.127-136
- Papp L., Vörös K., Magdus M.,** 1993: Állatorvosi belgyógyászati diagnosztika I. Budapest, A/3 Nyomdaipari és Kiadói Szolgáltató Kft., p. 67.
- Parkhurst A. M., Hahn G. L.,** 1989: "STATISTICAL ISSUES IN STUDIES OF THERMOREGULATION IN FARM ANIMALS," Conference on Applied Statistics in Agriculture <https://doi.org/10.4148/2475-7772.1449>
- Pena G., Risco C., Kunihiro E., Thatcher M-J., Pinedo P. J.,** 2016: Effect of housing type on health and performance of preweaned dairy calves during summer in Florida. *Journal Dairy Science* 99, p. 1655-1662
- Renaud D. L., Duffield T. F., LeBlanc S. J., Ferguson S., Haley D. B., Kelton D. F.,** 2018: Risk factors associated with mortality at a milk-fed veal calf facility: A prospective cohort study. *Journal Dairy Science* 101, p. 2659-2668
- Roland L., Drillich M., Klein-Jöbstl D., Iwersen M.,** 2016: Invited review: Influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. *Journal Dairy Science* 99, p. 2438-2452
- Spain J. N., Spiers D. E.,** 1996: Effects of supplemental shade on thermoregulatory response of calves to heat challenge in a hutch environment. *Journal Dairy Science* 79, p. 639-646
- Tao S., Monteiro A. P. A., Thompson I. M., Hayen M. J., Dahl G. E.,** 2012: Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *Journal Dairy Science* 95, p. 7128-7136
- Tao S., Dahl G. E.,** 2013: Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *Journal Dairy Science* 96, 1-15
- Tao S., Monteiro A. P. A., Hayen M. J., Dahl G. E.,** 2014: Short communication: Maternal heat stress during the dry period alters postnatal whole-body insulin response of calves. *Journal Dairy Science* 97, p. 897-901
- Theurer M. E., Anderson D. E., White B. J., Miesner M. D., Larson R. L.,** 2014. Effects of weather variables on thermoregulation of calves during periods of extreme heat. *Am. J. Vet. Res.* 75, p. 296–300
- Uetake K.,** 2013: Newborn calf welfare: A review focusing on mortality rates. *Animal Science Journal* 84, p. 101-105
- Vermorel, M., Vernet J., Dardillat C., Saïdo, Demigne C.** 1989. Energy metabolism and thermoregulation in the newborn calf; variations during the first day of life and differences between breeds. *Can. J. Anim. Sci.* 69, p. 103-111
- West J. W.,** 2003: Effects of Heat-stress on Production in Dairy Cattle. *Journal Dairy Science* 86, p. 2131-2144

11. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet szeretnék mondani azoknak az embereknek, akik segítségemre voltak a diplomamunkám készítése során. Köszönöm témavezetőimnek, dr. Jurkovich Viktornak és dr. Bakony Mikoltnak az időt, amit rám szántak, a rengeteg segítséget és útmutatást.

Köszönet dr. Kiss Gerdának, az Extra Tej Tejtermelő Kft. állatorvosának, aki lehetővé tette számunkra a vizsgálatokat.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósul meg (a támogatási szerződés száma: EFOP-3.6.2-16-2017-00012, projekt címe: Funkcionális, egészséges és biztonságos élelmiszer termékpálya modell kidolgozása a szántóföldtől az asztalig elv alapján, tematikus kutatási hálózatban)

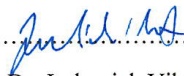
Konzulensi ellenjegyzés

Alulírott, Dr. Bakony Mikolt és Dr. Jurkovich Viktor igazoljuk, hogy **Balázs Eszter** „*A borjakat érintő hőstressz és a borjúházak tájolásának összefüggései*” című diplomamunkáját ismerjük, azt beadásra és védésre alkalmasnak tartjuk.

Budapest, 2020. november 9.

.....


Dr. Bakony Mikolt

.....


Dr. Jurkovich Viktor

ÁTE Állathigiéniai és Állomány-egészségtani
Tanszék és Mobilklinika

HuVetA
ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT*

Név: BALÁZS ESTER
Elérhetőség (e-mail cím): abalaxesti@gmail.com
A feltöltendő mű címe: A barátokat érintő hőstressz és a
konjúhárza tájékozódás önrejtése
A mű megjelenési adatai: 2020
Az átadott fájlok száma: 1

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédtett PDF formára konvertálja és szolgáltatssa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyeznek, hogy a HuVetA egynél több (csak a HuVetA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy az átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyag rész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg **(egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel)**:

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban -ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- az Állatorvostudományi Egyetem belső hálózatára (IP címekre) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),

Kérjük, nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:



Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénysértő módon visszaélne.

Budapest, 2020 év ...11.....hó ...10...nap

aláírás

szerző/a szerzői jog tulajdonosa

A HuVetAMagyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive az Állatorvostudományi Egyetem Hutýra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett egyetemi és szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.

A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén

- a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;
- a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;
- az Állatorvostudományi Egyetem és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;
- a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,
- a nyílt hozzáférés támogatása.