

Heat stress forecast system on Carpathian Basin

Mackei Máté¹
 Barcza Zoltán^{2,3}
 Péntek Gábor⁴
 Gábor György⁵
 Reibling Tamás⁶
 Solymosi Norbert^{7*}

M. Mackei¹
 Z. Barcza^{2,3}
 G. Péntek⁴
 Gy. Gábor⁵
 T. Reibling⁶
 N. Solymosi^{7*}

1. Állatorvostudományi Egyetem,
 5. évfolyamos hallgató

2. Eötvös Loránd Tudományegyetem,
 Meteorológiai Tanszék

3. Eötvös Loránd Tudományegyetem,
 Kiválósági Tudásközpont

4. Zoetis Hungary Kft.

5. Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs
 Központ, Állattenyésztési, Takarmányo-
 zási és Húsipari Kutatóintézet

6. Duna-hyb Kft.

7. Állatorvostudományi Egyetem,
 Biometeorológiai Kutatócsoport,
 H-1078 Budapest, István u. 2.

*e-mail: solymosi.norbert@univet.hu

Kárpát-medencei hőstressz-előrejelzési rendszer

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők jelen dolgozatukban bemutatják az általuk fejlesztett, ingyenesen felhasználható, internetes hőstressz-előrejelzési rendszert. A globális klímaváltozás egyik következménye, hogy a hőstresszes napok számának növekedése kedvezőtlenül befolyásolja az állati termelést. A bemutatott rendszer célja, hogy információkkal támogassa a gyakorló kollégákat a várható hőstresszes időszakok megérkezése előtt. A naponta frissített előrejelzési térképek hat napra előre elérhetők a www.epidb.hu oldalon. A létrehozásukhoz szükséges időjárás-előrejelzési adatok az Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Éghajlati Adatközpontjától származnak.

SUMMARY

Background: The global climate change has numerous negative effects on human and animal health. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) reported that – beside the spatial distribution changes of vector-borne infections – one of the most threatening consequences of global warming on the health is the increased occurrence of heat stressed time periods. To mitigate the influence of heat stress on animal health and production the first step is to get data about the thermal environment of the animals.

Objectives: Present work was performed to develop a web based heat stress forecast system supporting the practitioner colleagues by information to ease the negative effects of thermal environment on animal production.

Materials and methods: An internet available system was developed to produce heat forecast maps for the Carpathian Basin. The risk maps represent the potential heat stress for pigs and dairy cows based on the species specific Temperature Humidity Indices (THI) and Livestock Weather Safety Index (LWSI) categories. The atmospheric parameters needed to calculate These are obtained from the Global Forecast System (GFS) provided by National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) of the USA. The original 0.5°x0.5° spatial resolution of the THIs are smoothed by the method thin plate spline regression. The maps are generated for six-day length period day by day. All calculations and statistical procedures were coded in R-language. The web site was developed in the Django Framework (www.djangoproject.com).

Results and Discussion: The result of the presented development is a web based heat stress forecast system. By its information the system may help the user in the mitigation of the effects of expected heat waves. Further developments could be done depending on the feedbacks by the users of the system.

A haszonállattartásban az állatok környezete számos stresszoron keresztül befolyásolja (kedvezőtlenül) az állatok egészségét, jólétét, termelését, végső soron pedig az állattartás gazdaságosságát. Az állatok termikus környezete (hideg- és hőstressz egyaránt) jelentősen befolyásolja a termelést. Az utóbbi években a hőstresszel kapcsolatos kutatások újabb és újabb megközelítéseket, ill. eredményeket hoztak. A kérdéskör azért is került jobban az érdeklődés homlokterébe, mert a globális éghajlatváltozás eredményeként az emberi és állati egészségre egyaránt jelentős hatást gyakorló következmény (a vektor-közvetítette kórokozók földrajzi elterjedtségének megváltozása mellett) a hőhullámok gyakoribbá válása (5). Hazai meteorológiai mérőállomási adatokra, ill. éghajlati forgatókönyvekre alapozott korábbi kutatásunk szerint az elmúlt két évtizedben évről évre növekszik azon napok száma, amelyek szarvasmarhákra nézve hőstresszes időjárásúak voltak (14).

Olyan indexeket alkalmaznak, amelyek az állatok hőérzete szempontjából fontos szerepet játszó fizikai tényezőket összesítik

Leggyakrabban a környezeti hőmérsékletet és a levegő nedvességtartalmát vonják be az index számításába

A haszonállattartásban az állatok környezete számos stresszoron keresztül befolyásolja a termelést

Az állatok termikus környezetének értékelésében, minősítésében általánosan elterjedt a szakirodalomban, hogy egy-egy termikus paraméter (pl. hőmérséklet) használata helyett olyan indexeket alkalmaznak, amelyek az állatok hőérzete szempontjából fontos szerepet játszó fizikai tényezőket összesítik. Az 1960-as évek óta fejlesztenek különböző termikus indexeket ebből a célból [pl. INGRAM (7)]. A hőstressz mértékének meghatározására leggyakrabban használt ilyen index az ún. hőmérséklet-páratartalom index (temperature-humidity index, THI). A legáltalánosabban használt THI-számításokban a környezeti hőmérsékletet és a levegő nedvességtartalmát vonják be az index számításába. A különböző THI-számítási formulák abban térnek el egymástól, hogy a két említett fizikai tényezőt milyen dimenzióban, ill. milyen súllyal kezelik. Az egyes állatfajoknak, ill. a hasznosításuknak megfelelően különböző THI-eket alkalmaznak a kutatásban és a gyakorlatban. Fontos megemlíteni továbbá, hogy nem csak az állat jellemzői játszanak meghatározó szerepet abban, hogy melyik THI-számítási módot célszerű alkalmazni. Ahogy BOHMANOVA és mtsai bemutatták, a környezet sajátosságai is meghatározóak abban a tekintetben, hogy mely THI alkalmazása a legcélszerűbb. Ők olyan földrajzi területeken, ahol a levegő nedvességtartalma jeletősebb, e tényezőt nagyobb súllyal figyelembe vevő index használatát javasolják, míg szárazabb levegőjű területeken olyan THI alkalmazása tanácsos, amely a száraz hőmérsékletet súlyozza inkább (3). Értelmeszerű, hogy a különböző indexszámítási eljárások kapcsán eltérő THI-értékeket kapunk. Ennek megfelelően az egyes indexek alkalmazása esetén azok az értékek, amelyek a hőstresszes környezetre jellemzők, eltérőek lesznek. Így nagyon fontos annak hangsúlyozása, hogy mindig az adott indexhez tartozó, a szakirodalom által meghatározott határértékeket használjunk a környezetminősítés során. Vagyis zártan tartott állatok esetén leginkább a fent bemutatott THI-t, szabad tartás esetén azonban célszerű olyan módosításokat tenni, amelyek segítségével az indexbe vonhatjuk a hőszugárzást és a légáramlást is.

Az optimális állattermék-előállítás céljából alapvető feltétel az állatok környezettel szemben támasztott igényeinek kielégítése. Ez különböző technológiai beavatkozásokat igényel, amelyek szabályozását viszont a környezeti paraméterek ismeretére kell alapoznunk. Optimális esetben az állatok termikus környezetét jellemző fizikai paraméterekre vonatkozóan folyamatosan gyűjthetünk adatokat (8), azonban a legritkább esetben kap az állattartó a termikus indexek alapján képet az állatok környezetéről. Ha rendelkezésre is állnak folyamatos mérést végző eszközök, akkor is csak külön-külön közlik a rendszerek a levegő hőmérsékletét és nedvességtartalmát.

Az állattartó épületek belső termikus állapotát jelentős részben befolyásolja a külső környezet, az időjárás. Az Amerikai Egyesült Államokban, ill. Ausztráliában működnek olyan információs rendszerek, amelyek segítségével az állattartók tájékozódhatnak arról, hogy a következő napokban az időjárási előrejelzések alapján milyen hőstressz várható, amely a haszonállatokra hatással lehet.

Az alábbiakban bemutatott rendszer fejlesztésének célja az, hogy hasonló információt nyújtson az állattartók részére a Kárpát-medencében, és így segítse a hőstressz kártételének csökkentését.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A hőmérséklet-páratartalom indexek kiszámításához szükséges légköri paramétereket az Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Éghajlati Adatközpontja (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) által fenntartott Global Forecast Systemből (GFS) nyerjük (11). Ez a rendszer minden nap 0, 6, 12 és 18 UTC (Coordinated Universal Time, egyezményes koordinált világidő) indítással futtat előrejelzési modelleket a teljes földi légkörre vonatkozóan (determinisztikus és ún. ensemble előrejelzéseket egyaránt). Az általunk használt determinisztikus modellfuttatásból háromóránkénti, számos meteorológiai paraméterre számszerű előrejelzések készülnek, tizenhat nap időtartamra. A bemutatott rendszerünkben minden reggel, a 0 UTC indítású determinisztikus modell felszín feletti 2 méter magasságbeli légköri paramétereit, 0,5×0,5 fokos földrajzi felbontásban, hat napra előre kérdezzük le. Ezekből az adatokból számoljuk ki a THI-értékeket minden nap 0., 3., 6., 9., 12., 15., 18. és 21. órájára (UTC). Mindegyik THI esetén napi átlagot számolunk, és ez alapján generáljuk a hőstressz-térképeket.

A szerzők által használt modellfuttatásból háromóránkénti, számos meteorológiai paraméterre számszerű előrejelzések készülnek

HŐMÉRSÉKLET-PÁRATARTALOM INDEXEK

Szarvasmarhákat illetően a hőstressz-előrejelzéshez két különböző megközelítést alkalmazunk. Az egyik (THI_{szm1}) számítás az alábbi formula alapján történik:

$$THI_{szm1} = (0.35 \times T_{db} + 0.65 \times T_{wb}) \times 1.8 + 32,$$

ahol a T_{db} a száraz, a T_{wb} a nedves hőmérsékletet jelenti °C-ban. Ehhez az indexhez a REICZIGEL és mtsai (12) által meghatározott, Magyarországon legérzékenyebb 69-es határértéket használjuk. Ha valamely napon a THI eléri ezt az értéket, akkor az adott napot hőstresszesnek tekintjük. Ha a határérték alatt van az index értéke, akkor nem tekintjük hőstresszesnek az adott napot.

A THI_{szm2} számítására a következő képletet használjuk:

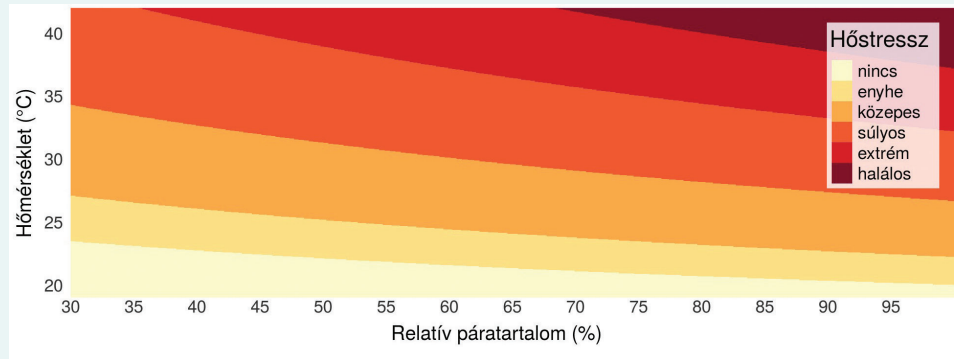
$$THI_{szm2} = T_{db} - [0.55 - (0.55 \times RH/100)] \times (T_{db} - 58),$$

ahol a T_{db} a száraz hőmérsékletet jelöli °F-ben, az RH pedig a relatív páratartalmat %-ban kifejezve. A THI_{szm2} -höz a különböző szerzők különböző határértékeket állapítottak meg. Ezek közül széles körben alkalmazzák az ARMSTRONG által bemutatott hőstressz-tartományokat: 71 alatt komfortos, 72-79 között enyhe, 80-89 között közepes, 90 felett pedig súlyos hőstresszt jelentő környezetről beszélünk (1). Utóbb felvetették (15), hogy a korábbi tanulmányokban kisebb termelésű állatokra határozták meg a határértékeket, a napjainkban használt nagyobb teljesítményű állatok viszont érzékenyebbek a környezeti stresszorokra, így a határértékek csökkentendők. Ennek megfelelően a ZIMBELMAN és COLLIER által bemutatott határértékeket használjuk a bemutatott rendszerben: 68-71 között enyhe, 72-79 között közepes, 80-89 között közepesen súlyos, 90-99 között extrém, 99 felett halálos a hőstressz mértéke (15) (1. ábra).

A napjainkban használt nagyobb teljesítményű állatok érzékenyebbek a környezeti stresszorokra

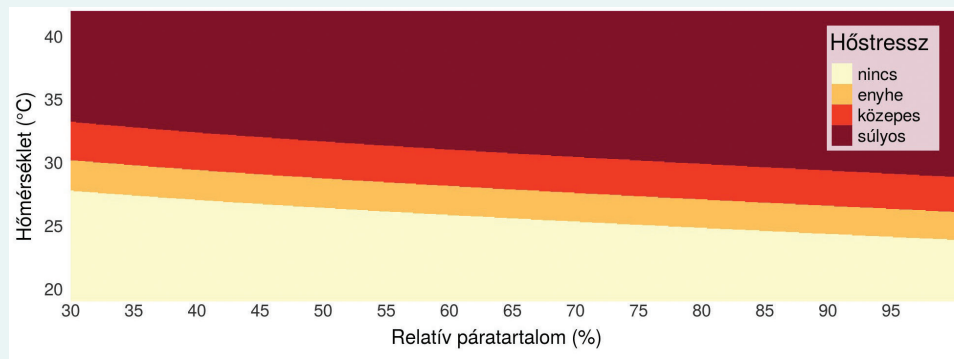
1. ÁBRA. A THI_{szm2} -formulával számított hőstressz-szintek a környezet száraz hőmérsékletének és relatív páratartalmának függvényében

FIGURE 1. Heat stress levels calculated by the THI_{szm2} equation based on dry-bulb temperature and relative humidity



2. ÁBRA. A THI_s -formulával számított hőstressz-szintek a környezet száraz hőmérsékletének és relatív páratartalmának függvényében

FIGURE 2. Heat stress levels calculated by the THI_s equation based on dry-bulb temperature and relative humidity



Sertések hőstresszének kifejezésére egy további formulát használunk (7):

$$THI_s = 1.17 \times T_{db} + 0.63 \times T_{wb} + 32,$$

ahol a T_{db} és a T_{wb} a THI_{szm1} -nél leírtak szerint értelmezendő. Az indexre alapozva enyhe (75-78), közepes (79-83) és súlyos (84 felett) termikus környezetet különböztetnek meg a szakirodalomban (2, 9). A hőstressz-előrejelzési rendszerünkben mi is ezeket a kategóriákat használjuk a térképek létrehozásához (2. ábra).

TÉRKÉPEZÉS

Mivel a hőstressz-előrejelzési térképek létrehozásánál az a célunk, hogy a teljes Kárpát-medencére jelenítsünk meg információkat, (K. H. 15.25°, É. Sz. 43.75°) – (K. H. 26.75°, É. Sz. 49.75°) határpontokkal megadott térképi kivágatot használunk. E terület 0.5×0.5 fokos földrajzi felbontású rácscelláinak középpontjához kötjük az egyes cellákra kiszámított átlagos THI -értékeket. Ezen adatok alapján az ún. *thin plate spline regresszióval* (6) simítjuk két dimenzióban a THI -értékeket, és ennek az eredményét ábrázoljuk térképeken. A térképeken alkalmazott színek kategóriák a korábban leírt határérték-tartományoknak felelnek meg.

SZOFTVEREK

A rendszer működtetésében csak ingyenes, nyílt forráskódú eszközöket használunk. Az időjárási adatok lekérdezésére, a THI -számításokra és a térképek létrehozására az R-nyelvet és környezetet használjuk (4, 13). A Pythonban (www.python.org) programozható Django CMS (www.django-cms.org) biztosítja a felhasználói felületet.

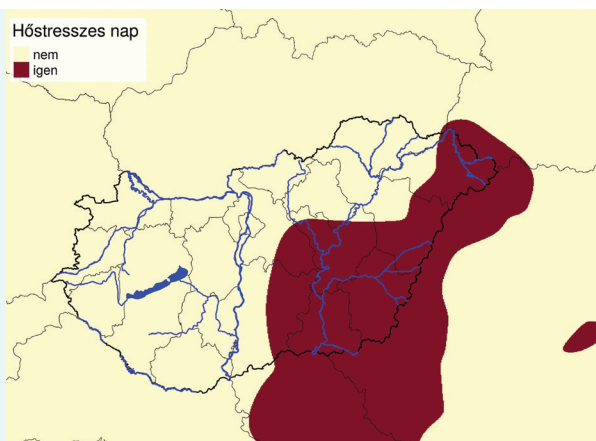
EREDMÉNYEK

A fejlesztés eredményeként létrejött rendszer minden nap, a következő hat nappal vonatkozólag hoz létre hőstressz-előrejelzési térképeket, amelyek statikusak, nem nagyíthatók vagy kicsinyíthetők. Ezeket mindenki elérheti a www.epidb.hu webcímen és szabadon használhatja, terjesztheti. A térképek felhasználására

A szerzők által kifejlesztett rendszer minden nap, a következő hat nappal vonatkozólag hoz létre hőstressz-előrejelzési térképeket

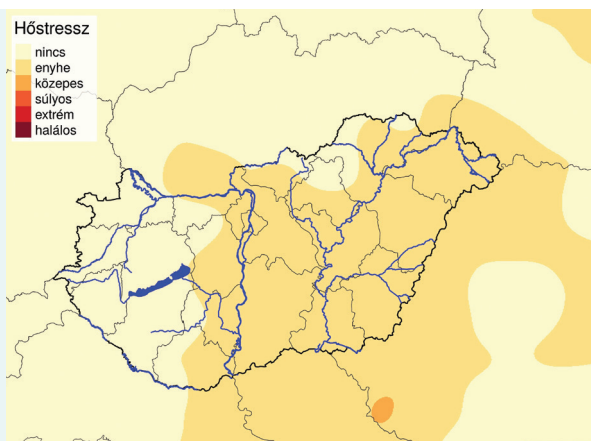
a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International licenc (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) érvényes.

A rendszerben elérhető három különböző THI-térképtípust mutatja be a 3–5. ábra. Mindegyik létrehozásához a 2016. június 24. 0 UTC indítású modellfuttatást használtuk. A 3. és 4. térkép a szarvasmarhák hőstressz-előrejelzési térképtípusait mutatja be, a 2016. június 27-re előrejelzett időjárási adatok alapján. A 3. ábrán a THI_{szm1} , a 4. ábrán a THI_{szm2} formula és a hozzájuk tartozó határértékek felhasználásával rajzolt hőstressz-előrejelzéseket láthatjuk. Az 5. ábrán sertésekre, 2016. június 27-re generált előrejelzést mutatjuk be, a THI_s -nek megfelelő tartományokkal.



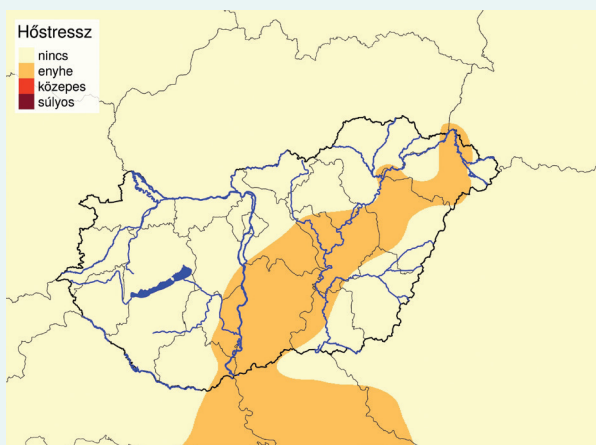
3. ÁBRA. Hőstressz-előrejelzési térkép a THI_{szm1} képlet és a hozzá tartozó határérték alapján (szarvasmarha)

FIGURE 3. Heat stress forecast map produced by the THI_{szm1} equation and its threshold (cattle)



4. ÁBRA. Hőstressz-előrejelzési térkép a THI_{szm2} képlet és a hozzá tartozó határértékek alapján (szarvasmarha)

FIGURE 4. Heat stress forecast map produced by the THI_{szm2} equation and its thresholds (cattle)



5. ÁBRA. Hőstressz-előrejelzési térkép a THI_s képlet és a hozzá tartozó határértékek alapján (sertés)

FIGURE 5. Heat stress forecast map produced by the THI_s equation and its thresholds (swine)

Az időjárási előrejelzések mellett minden telepen egyedi értékelés szükséges az alkalmazott technológia alapján

az állattartó épületek termikus környezetének folyamatos mérésére szolgáló rendszerek (8), ill. azokat megfelelő módon, statisztikai alapon értékelnék (10), akkor az előrejelzések helyi értékelése pontosabb alapokon nyugodhatna. Ilyen helyi mérésekből származó, a termikus környezetre vonatkozó adatok alapján az istállók levegőjének cseréje, hűtése is optimalizálható lenne.

MEGVITATÁS

Általános, így az állati termelés folyamataira is használható problémakezelési megközelítés az észlelni, értékelni, cselekedni lépéssor. A hőstressz kapcsán a bemutatott rendszer az észlelést, a lehetséges kockázatok felismerését segítheti. A rendszer a várható hőstressz értékelésében kiegészítő információt jelenthet az állattartó épületek belső környezetének, technológiájának ismerete mellett. A hőstressz kedvezőtlen hatásainak csökkentése érdekében szükséges cselekvési lépéseket helyben lehet kivitelezni.

A bemutatott rendszer nem tudja figyelembe venni, hogy egy adott állattartó telepen, az állatok közvetlen környezetében milyen mértékű lehet a hőstressz, csak abban nyújthat kiegészítő információt, hogy az időjárási előrejelzések alapján milyen mértékű külső környezeti terhelés várható. Így minden telepen egyedi értékelés szükséges az időjárási hatások kezelését célzó cselekvés meghatározására. Amennyiben a telepeken működnének

A hőstresszes időszakban érdemes elhasztani kezeléseket, vakcinázásokat, átcsoportosításokat

Európában ez az első hőstressz-előrejelzési rendszer

A szerzők tervezik további indexeket használó előrejelzési típusok beépítését is a rendszerbe

A hőstressz okozta károk azonban nem csak a hűtési, szellőztetési technológiák segítségével, hanem egyéb szakmai lépésekkel is csökkenthetők. Mivel a hőstressz egyik meghatározó szerepű hatása a szárazanyag-felvétel csökkenése, ezért a takarmányozás körében megtehető lépések központi szerepet töltenek be. Ilyen lehet a takarmánykiosztási időpontok fokozatos áthelyezése a nap hűvösebb időszakába. A takarmány „koncentrálása”, ill. specifikus adalékokkal való kiegészítése szintén segítséget nyújthat a károk csökkentése céljából. Emellett a stresszcsoökkentés általános szabályait is alkalmazni lehet, vagyis – amennyiben lehetséges – a stresszorok halmozódását ajánlott kerülni. Így például a hőstresszes időszakban érdemes elhasztani kezeléseket, vakcinázásokat, átcsoportosításokat. Vagy más esetben, ha az előrejelzések alapján az látszik, hogy napok múlva súlyosabb hőstressz várható, akkor az esedékes szállításokat korábbra lehet hozni, ill. a szállítás során az elszállítandó állatokat pl. nem kutricák teljes kiürítésével, hanem kutricánként csak néhány állatot kiválasztva gyűjtik össze, ezáltal csökkentve a kutricánkénti állatsűrűséget.

Ismereteink szerint a bemutatotthoz hasonló hőstressz-előrejelzési rendszer Európában nincs, jelenleg Ausztrália (<http://www.coolcows.com.au/>) és az Amerikai Egyesült Államok (<http://www.mesonet.org/>, http://www.wagwx.ca.uky.edu/mrf_lsi.htm) területére érhető el ilyen az állattartók számára. Reményünk szerint a rendszer segítséget nyújt a haszonállattartásban dolgozó kollégáknak a hőstressz kártételeinek csökkentésében.

Napjainkban világszerte komoly munka folyik annak érdekében, hogy a haszonállat-tartás termelékenysége növekedjék. Különböző intézetek, egyetemek, az ipar innovatív szereplői dollármilliókat fektetnek folyamatosan kutatás-fejlesztésbe. Teszik ezt annak érdekében, hogy jobbnál jobb termékeket, szolgáltatásokat kínálhassanak a genetikai állomány, a takarmány, a telepi technológia, az állat-egészségügyi diagnosztika, a megelőzés, a kezelés, a telepi higiénia és menedzsment javítására. Az egyre fejlődő eszközök és megoldások alkalmazása által a termelők sokszor csak apró, de szisztematikusan felépített, egymást erősítő hatások révén érnek el javuló termelési eredményeket. A termelékenység növekedése pedig végső soron a haszonállattartó gazdasági szervezetek profitabilitását és versenyképességét növeli.

A cikkben bemutatott hőstressz-előrejelzési rendszer kifejlesztését nem a befektetett tőke nagyságával érdemes jellemezni. Azt leginkább a szerzők érdeklődése, ezen a szakterületen felhalmozott szakmai tapasztalata, innováció iránti igénye és a segítő szándék ösztönözte. A rendszer egyik komoly előnyének gondoljuk, hogy alkalmazása által a haszonállattartó telepeken dolgozó szakemberek jelentős anyagi ráfordítás és számottevő munka nélkül juthatnak olyan hasznos adatokhoz, amelyek tervszerű és tudatos alkalmazásával növelhetik vállalatuk versenyképességét.

Mivel a témában folyamatosan jelennek meg újabb és újabb, az állatokra ért környezeti hatások számszerűsítésével kapcsolatos eljárások, terveink szerint további indexeket használó előrejelzési típusokat is beépítünk a rendszerbe. Ha a felhasználó kollégák részéről kapnánk erre vonatkozó javaslatokat, visszajelzéseket, az az internetes felület fejlesztését és későbbi használhatóságát jelentősen javíthatná.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást a Széchenyi 2020 program, Magyarország Kormánya és az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatta (GINOP-2.3.2-15-2016-00028).

IRODALOM

1. ARMSTRONG, D. V.: Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.*, 1994. 77. 2044-2050.
2. BARBARI, M. – CONTI, L.: Use of different cooling systems by pregnant sows in experimental pen. *Biosyst. Eng.*, 2009. 103. 239-244.
3. BOHMANOVA, J. – MISZTAL, I. – COLE, J. B.: Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *Dairy Sci.*, 2007. 90. 1947-1956.
4. DINYA E. – SOLYMOSI N.: *Biometria a klinikumban 2. Feladatok megoldása R-környezetben*. Budapest: Medicina Könyvkiadó Zrt. 2016.
5. FIELD, C. B. – BARROS, V. R. et al.: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change WG II ed.* Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2014.
6. GREEN, P. J. – SILVERMAN, B. W.: *Nonparametric Regression and Generalized Linear Models: A roughness penalty approach*. Chapman and Hall/CRC. 1993.
7. INGRAM, D. L.: Evaporative cooling in the pig. *Nature*, 1965. 207. 415-416.
8. KÖNYVES L. – REIBLING T. – BODOR A. – BRYDL E. – ADORJÁN A. – SOLYMOSI N.: Egy precíziós állattartási projekt tapasztalatai. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2015. 137. 719-727.
9. LUCAS, E. M. – RANDALL, J. M. – MENESES, J. F.: Potential for Evaporative Cooling during Heat Stress Periods in Pig Production in Portugal (Alentejo). *J. Agric. Engng. Res.*, 2000. 76. 363-371.
10. NAGY S. Á. – TÖZSÉR D. – SZOMBATH G. – BARANYI D. – REIBLING T. – BIKSI I. – SOLYMOSI N.: Statisztikai ellenőrző diagramok az állattiermék-előállításban. *Magy. Állatorv. Lapja* 2017. (közlésre elfogadva)
11. NOAA: NCEP Global Forecast System (GFS) Analyses and Forecasts. Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory. Dataset. <http://rda.ucar.edu/datasets/ds084.6/>. 2007. Accessed 2017.04.23.
12. REICZIGEL J. – SOLYMOSI N. – KÖNYVES L. – MARÓTI-AGÓTS Á. – KERN A. – BARTYIK J.: A hőstressz okozta tejtermelés-kiesés vizsgálata hőmérséklet-páratartalom indexek alkalmazásával. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2009. 131. 137-144.
13. SOLYMOSI N.: R<-...erre, erre...! (Bevezetés az R-nyelv és -környezet használatába). <http://cran.rproject.org/doc/contrib/Solymosi-Rj-egyzet.pdf>. 2005.
14. SOLYMOSI N. – TORMA C. – KERN A. – MARÓTI-AGÓTS Á. – BARCZA Z. – KÖNYVES L. – BERKE O. – REICZIGEL J.: Changing climate in Hungary and trends in the annual number of heat stress days. *Int. J. Biometeorol.*, 2010. 54. 423-431.
15. ZIBELMAN BURGOS, R. – COLLIER, R. J.: Feeding Strategies for High-Producing Dairy Cows During Periods of Elevated Heat and Humidity. Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2011. április 19-20, Fort Wayne, Indiana, USA. 2011. 111-126.

Közlésre ér.: 2017. ápr. 26.

HIRDETÉS

Alkalmi vétel!

Üzemben levő, megkímélt automata RTG film előhívó (Agfa C-60 2,5 l-s regeneráló tartállyal) állvánnyal, teljes zöld kazetta sorozat (13-35ig), Lysholm-s kazetták, 20x96 cm-s kazetta tartóállvánnyal, ólomköpeny rendelőleállítás miatt olcsón eladó egy tételben, Budapesten.

Szállítás, üzembe helyezés az új helyen megoldható.

Eladó 1 db új Ellman Surgitron FFPF EMC Radiofrekvenciás készülék tartozékokkal kedvezőáron.

Kapcsolattartó:

Dr. Juhász Ferenc László

E-mail: rendelo@vaci52.hu

Tel: +3630 971 2200