



VÉDEKEZÉS A HŐSTRESSZ ELLEN

A NYÁR-TÉLI ARÁNYINDEX ALAKULÁSÁNAK ELEMZÉSE
HAZAI SZARVASMARHATELEPEKEN (2020. VS. 2022.)

Ladosinszki Anna¹
Dr. Orosz Szilvia²
Dr. Baloghné Dr. Zándoki Erika¹

¹MATE Takarmánybiztonsági
Tanszék, Szent István Campus
²ÁT Kft.

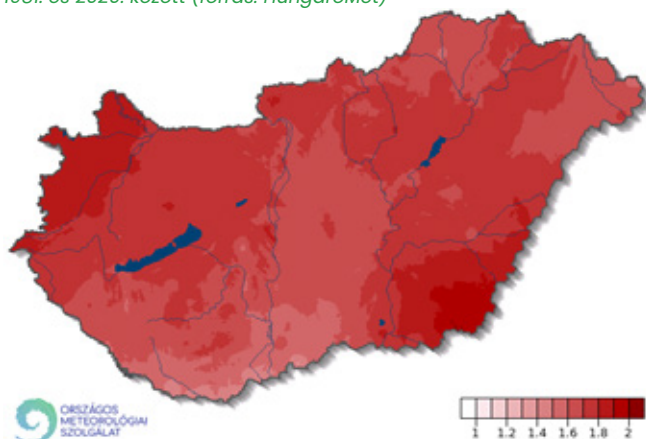
Ladosinszki Anna, gödöllői agrármérnök hallgató (aki emellett inszeminátor és a felsőványi tehenészeti telepen gyakornok) a nyár-tél arányindex alakulását vizsgálta magyarországi szarvasmarhatelepeken. Elemzése kiterjed a különböző telepméretekre, termelési szintekre és évjáratokra összevetésére, különös figyelmet

fordítva a hőstresszes (2022.) és nem hőstresszes (2020.) évek közötti különbségekre. A nyár-tél arányindex segítségével lehetőség nyílik arra, hogy becsüljük a veszteségek jellegét és mértékét, számszerűsítsük a problémákat és ellenőrizzük az új hűtőtechnikák, tartástechnológiai fejlesztések hatékonyságát.

Hazai hőstressz helyzet

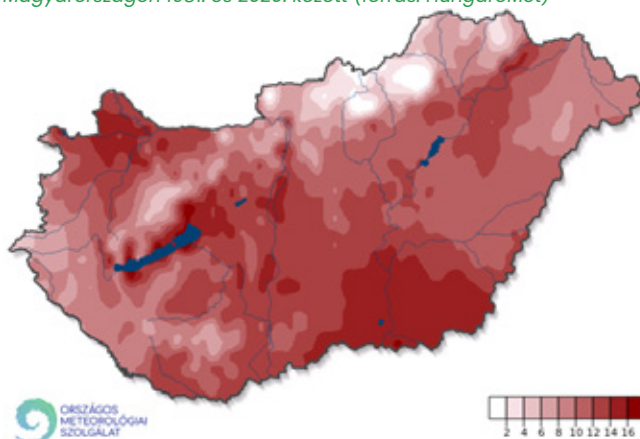
Az évi középhőmérsékletek változásának területi eloszlása látható az 1. ábrán. A melegedés az ország egész területén megfigyelhető. A hőhullámos napok emelkedésének területi eloszlását szemlélteti a

1. ábra: Az éves középhőmérséklet (°C) változása Magyarországon 1981. és 2020. között (forrás: HungaroMet)



2. ábra. A Kisalföld és az Alföld déli területén emelkedett leginkább a forró napok száma. Az említett területeken a növekedés 1981 óta több, mint +14 nap.

2. ábra: A hőhullámos napok számának növekedése Magyarországon 1981. és 2020. között (forrás: HungaroMet)



Ez a tendencia közvetlen hatással van a mezőgazdasági termelésre, így az állattenyésztésre is, ahol az állatok közérzete, teljesítménye és egészségi állapota

szoros kapcsolatban áll a környezeti hőmérséklettel és páratartalommal.

A holstein tehén hőstressz-érzékenysége

A világ közel 22 millió törzskönyvezett tehenet számláló holstein-fríz populációi között a magyar állomány a lista élmezőnyében van (Bognár, 2024). Holstein teheneink napi tejhozama a laktáció „csúcán” akár a 60 kg-ot is eléri különösen a fejlett, nagyüzemi tartási körülmények között. A fajta azonban, a nagy termelési kapacitásból fakadó magas metabolikus hőtermelés miatt, fokozottan érzékeny a hőstresszre. A környezeti hőmérséklet növekedése hatással van az állatok testhőmérsékletére, takarmányfelvételére, viselkedésére és hormonális szabályozására is, ami összességében jelentős termeléscsökkenéshez vezethet (Honig és mtsai., 2012).

A termoneutrális zóna (hősemleges zóna, komfort-zóna) tejelő teheneknél 5 és 25 °C között van (Golher és mtsai. 2021), ami azonban erősen páratartalom függő, ezért területenként eltérő lehet! A hőmérséklet páratartalom index (THI) alapján 68 érték alatt érzi jól magát a tehén. Amint a hőmérséklet a termoneutrális zóna felett van, a tehenek többletenergiát használnak fel az aktív lehűléshez. Ez a termeléshez vagy más életfolyamatokhoz (növekedés, termékenység, immunitás) rendelkezésre álló energia rovására megy.

A szarvasmarha testhőmérséklete normális körülmények között 38-39 °C között van. Túl meleg körülmények között a normális testhőmérsékletet nem képes fenntartani, ilyenkor a testhőmérséklet megemelkedik. Ez bizonyos szint felett a szervezet károsodását okozza, 41 °C-nál magasabb testhőmérséklet akár halálos is lehet (Flamenbaum, 2024.).

A szarvasmarha a hőt a napsugárzásból, a körülötte levő környezettől, a talajról és a levegőből veszi fel. Emellett jelentős belső hőtermelés történik, melynek intenzitása összefügg a termelés intenzitásával. A nagy tejtermelés magasabb takarmányfelvételt szükségel, intenzívebb anyagcserét és nagyobb emésztési munkát eredményez. Mindez magasabb belső hőtermeléssel jár. A nem termelő tehenekhez képest az alacsony színvonalon termelő tehenek 27%-kal, a nagy termelésű tehenek 48%-kal termelnek több hőt (Purwanto és mtsai., 1990)! Flamenbaum (2024)

előadásában elhangzott, hogy míg a nem termelő tehenek 900 Watt hőt termelnek, a termelő tehenek esetében mindez 4,5 liter megtermelt tej 100 Watt hőtermelést eredményez. Így egy naponta 45 liter tejet adó tehén 1900 Watt hőt termel, és a laktáció elején a hőtermelés meghaladja a 2000 Wattot. Ezen felül a napsugárzásnak való kitettség további 1600 Wattal növeli az állatok hőtermelését. Ez messze meghaladja a tehenek hőleadó képességét. A nagytermelésű tehenek tehát a magasabb hőtermelés miatt sokkal érzékenyebbek a hőstresszre, hiszen nemcsak a környezet hőmérséklete terheli a szervezetet, hanem a saját szervezetük által termelt hőt sem tudják leadni ilyenkor. A felesleges hőtől a szervezet hőleadással szabadul meg, ami meleg párás időben nem egyszerű. A hőstressz során megjelenő hőtermelés tehát a környezetből felgyülemelő és a belső hőtermelésből származó, környezeti tényezők miatt nem leadható hőnek az összege (Sesay, 2023).



Az izraeli tehenészetekben az egy tehenre jutó éves tejhozam meghaladja a 12000 litert, ami globális viszonylatban is kiemelkedő teljesítmény (Flamenbaum, 2018). A holstein-fríz fajta itt is széles körben elterjedt, az intenzív hűtési technológiák alkalmazása révén azonban sikerült elérni, hogy az állatok tejtermelése a nyári időszakban is megközelítse a téli értékeket. Ennek alapja az esőztető jellegű vízzel való hűtés és a ventiláció összehangolt alkalmazása 3 órás periódusokban 24 órán keresztül (éjszaka is), valamint a mikrokomfort beállítása (megfelelő légsebesség és THI a fekvő tehén magasságában és a közlekedőtereken).



Napjainkban tehát a genetikai előrehaladás és a precíziós takarmányozás mellett a hűtéstechológiai fejlesztések is kulcsszerepet játszanak a holstein-

fríz fajta teljesítményének fenntartásában a nyári hónapok során.

Nyár-tél arányindex

A nyár-tél arányindex (Summer:Winter ratio, S:W) egy viszonylag új, ám annál hasznosabb mutató, amely lehetőséget ad a nyári és téli termelési időszak közötti különbségek számszaki elemzésére. Ennek alkalmazásával objektíven értékelhetjük a hőstressz hatásait, valamint a különféle gazdaságok közötti eltéréseket termelési szint, telepméret, évjárat, tartás- és hűtéstechológia stb. alapján. Izraeli, olasz, USA-beli nemzetközi tapasztalatok azt mutatják, hogy a nyár-tél arányindex alkalmazása segíti a telepek teljesítményének hosszú távú nyomon követését és a technológiai fejlesztések hatásosságának megítélését.

Az index alapgondolata az, hogy minél közelebb áll a nyári termelés a télihez, annál kevésbé érződik a hőstressz hatása a gazdaságban. Az index megmutatja a 3 nyári hónap teljesítményének az arányát a 3 téli hónap teljesítményéhez viszonyítva. Az indexet a tejmenyiség, zsír- és fehérjetartalom, szomatikus sejtszám és a termékenységi arány jellemzésére is alkalmazzák.

Az értelmezés szerint:

- **0,96 –1,0 vagy afeletti érték: a gazdaság sikeresen kezeli a hőstresszes időszakot.**
- **0,90–0,95 közötti értékek: mérsékelt nyári veszteséget jelentenek.**
- **0,9 alatti érték: jelentős nyári teljesítménycsökkenést jelez.**

A nyár-tél arány index nemcsak egy adott év jellemzésére alkalmas, hanem arra is, hogy egy új hűtési

technológia bevezetése esetén annak hatékonyságát szemléltesse. Izraelben a S:W index már több mint 15 éve használatos a telepek értékelésére. Az izraeli tapasztalatok szerint azok a gazdaságok, amelyek intenzív hűtést alkalmaztak (napi ~7,5 órás vizes ventilációs ciklus), a nyári teljesítményükben 3-4%-kal maradtak csak el a téli szinttől (S:W ~0,96–0,97). Ezzel szemben a csak mérsékelt hűtő telepeknél ez az arány akár 0,85 alá is süllyedt (Flamenbaum,2018).

Izraeli kutatás szerint az S:W értékek nem mutattak nagy különbséget a gazdaság mérete szerint, azonban az alacsony színvonalon termelő gazdaságok láthatóan alacsonyabb termelést és rosszabb termékenyülési arányt produkáltak a nyári hónapokban. Az igazán jelentős különbségeket azonban akkor kapták, amikor az intenzív, modern technológiákat alkalmazó, „sikeres” hűtési programot gyakorló gazdaságokat és a hűtést nem alkalmazó vagy nem intenzíven hűtő gazdaságok adatait hasonlították össze egymással (1. táblázat).



1. táblázat: Különböző intenzitású hűtést alkalmazó gazdaságok eredményei Flamenbaum (2016) kutatása alapján

	Intenzíven hűtő telepek	Extenzíven vagy nem hűtő telepek
Nyári tejtermelés (kg/nap)	39,4	34,7
Nyári-téli arány (tej)	0,99	0,88
Nyári-téli arány (tejszír)	0,98	0,96
Nyári-téli arány (tejfehérje)	0,97	0,96
Termékenyülési arány télen (%)	44,4	42,9
Termékenyülési arány nyáron (%)	33,8	14,3
Különbség a téli-nyári termékenyülésben (%)	-11	-29

A hőstressz hatása mind a tejmenyiség, mind a termékenyülési arány esetében érzékelhető volt,

a termékenyülés a nem intenzíven hűtő telepeken drasztikus mértékben lecsökkent.



Saját vizsgálatok (2025)

A vizsgálathoz szükséges adatok a magyarországi tehenészetek tejtermelési és beltartalmi hivatalt adatbázisából származnak, amelyeket az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. (ÁT Kft.) munkatársai bocsátottak rendelkezésünkre. Az adatokat havi bontású dokumentumok (SZK-jelentések) formájában kaptuk meg, amelyek részletesen tartalmazták az egyes gazdaságok tehenállományára, tejtermelésére és beltartalmi értékeire vonatkozó információkat. A feldolgozás során a következő termelési paraméterek kerültek kiválasztásra:

- napi tejtermelés (kg/tehen/nap)
- tejsírttartalom (%)
- tejfehérje-tartalom (%)

Az adatok elemzése során a gazdaságokat két fő szempont alapján csoportosítottuk: telepméret és termelési szint szerint. Ez a megközelítés lehetővé tette a strukturált összehasonlítást, valamint azt, hogy feltárjuk, melyik típusú telep mennyire érzékeny a hőstresszre. Telepméret szerinti bontás esetében a vizsgált gazdaságokat a fejt tehenállomány létszáma alapján öt kategóriába soroltuk:

- <300 tehen
- 300–500 tehen
- 500–700 tehen
- 700–1000 tehen
- >1000 tehen

Ez a bontás lehetővé tette annak vizsgálatát, hogy a nagyobb ill. kisebb telepek miként reagálnak a nyári hőstressz kihívásaira. (Méretgazdaságossági tényezőket nem vizsgáltunk.) Minden kategóriába legalább öt gazdaság adatai kerültek, ezzel biztosítva a statisztikai összehasonlítás érvényességét.

A termelési szint szerinti felosztás esetében a telepeket napi átlagos tejtermelés alapján is három csoportba soroltuk:

- 20–30 kg/nap/tehen
- 30–40 kg/nap/tehen
- >40 kg/nap/tehen

Ez a bontás lehetővé tette annak vizsgálatát, hogy a magasabb termelési szintű állományok érzékenyebben reagálnak-e a hőstresszre, illetve mennyire képesek megőrizni a beltartalmi értékeiket nyáron. Itt is minden kategóriában legalább öt telep szerepelt, így a mintanagyság alkalmas volt statisztikai próbák elvégzésére.

A közel 70 telep adatainak elemzésekor nem találtunk statisztikailag igazolható különbséget a telepek termelési szintje között vagy a telepméret szerint egyik évben sem. **De tanulságos eredményeket kaptunk, amikor a hűvös és a meleg nyár hatását egy másik számmal: a sikeres és a veszteséggel termelő tehenészetek előfordulási arányával jellemeztük.**

A 2. táblázatban és a 3–6. ábrán látható az adott évben, adott kategóriába tartozó telepek száma.

2. táblázat: A vizsgált telepek előfordulási gyakorisága a téli–nyári index kategóriák szerint, 2020-ban és 2022-ben

2020	Tej kg/nap/tehen Nyári–téli index	Tejsír Nyári–téli index	Tejfehérje Nyári–téli index
>0,95 sikeres	53 telep	26 telep	45 telep
0,9–0,95 mérsékelt veszteség	6 telep	23 telep	15 telep
<0,9 jelentős veszteség	1 telep	11 telep	0 telep
2022	Tej kg/nap/tehen Nyári–téli index	Tejsír Nyári–téli index	Tejfehérje Nyári–téli index
>0,95 sikeres	49 telep	19 telep	36 telep
0,9–0,95 mérsékelt veszteség	11 telep	27 telep	23 telep
<0,9 jelentős veszteség	0 telep	14 telep	1 telep

Megállapítható, hogy a tejtermelés szempontjából vizsgált közel 70 telep esetében **88% (2020) és 82% (2022) volt azon telepek aránya, melyek jól kezelték a nyári hőstresszes időszakot.** A két érték közötti különbség azonban jelentősnek ítélnélhető.

Meleg nyarakon a telepek összesen 18%-ának csökken a tejtermelése a körülmények miatt. Ha ezt

kiterjesztjük országos szintre, akkor hazai viszonyok között ez megközelítően 70 telepet érint.

A 2. táblázatban látható, hogy 2022-ben, amikor a hőstressz nagyobb mértékű volt, a tejtermelés, a tejsírtartalom és a tejfehérje-tartalom esetén is nagyobb volt azoknak a telepeknek az aránya, amelyek nem érték el a 0,95-ös Nyári/Téli indexet.



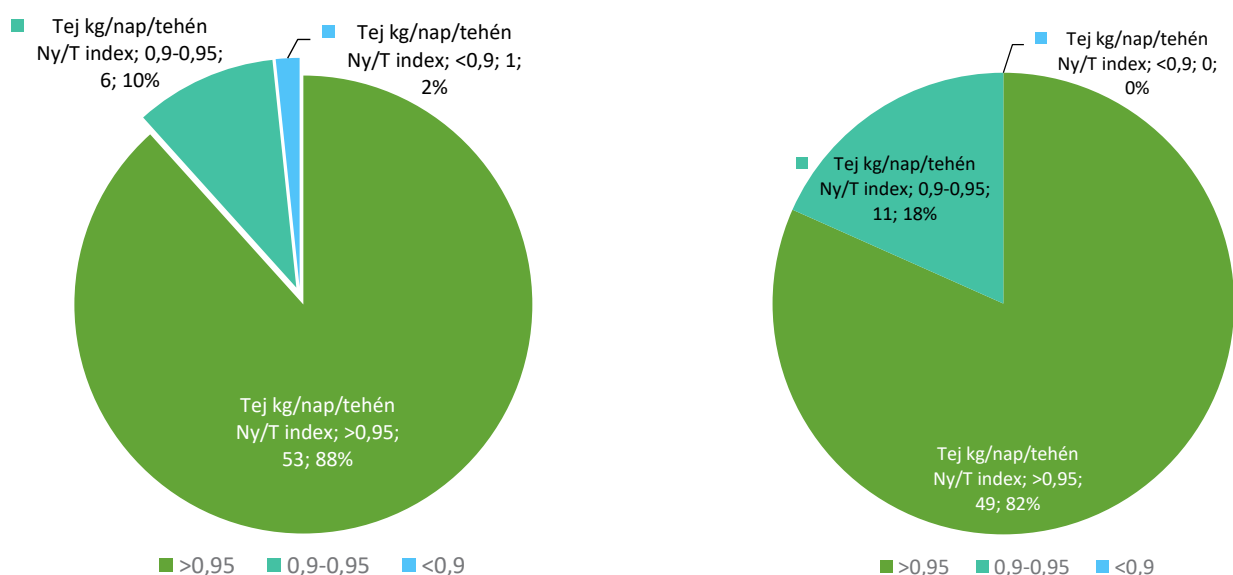
A két évet összehasonlítva a 0,9-0,95 közötti indexszel rendelkező telepek száma a tej mennyiség esetén 80%-kal, a zsírtartalom esetében 18%-kal, a fehérjetartalom vonatkozásában pedig 50%-kal nőtt a 2022-es meleg évben 2020-hoz képest. Összességében tehát számos olyan telep volt, melynek romlottak az értékei 2022-ben 2020-hoz képest. Azaz a hűtési technikájukon még lehetne javítani.

A tejszírra vonatkozó nyári-téli index mindkét évben számos telepen 0,9 alatt maradt (2020: a telepek 18%-a, 2022: a telepek 23%-a), ami jelentős nyári teljesítmény-csökkenést jelez. A tejszír nyári csökkenése kifejezettebb volt 2022-ben, mert 56%-ról 68%-ra nőtt azon telepek száma, melyek esetében a tejszír Nyári/Téli index 0,95 alatt maradt (ami mérsékelt vagy jelentős tejszírcsökkenésnek felel meg). Ez elsősorban a gyengébb étvággal, a kisebb

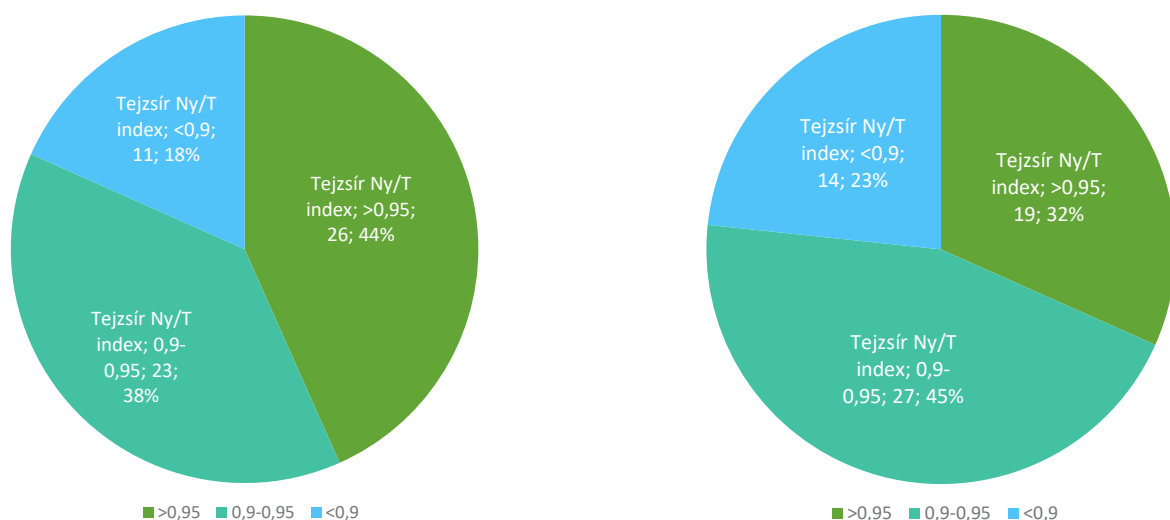
felvett rostmennyiséggel, a kérődzés időtartamának csökkenésével függ össze. Ezt kell megelőzni további tartástechnológiai és takarmányozási lépésekkel a telepek 68%-án, ami kb. 270 telep hazánkban.

A tejfehérje nyári csökkenése kisebb mértékű volt tendenciájában a tejszírhoz képest, de gyakrabban fordult elő. 2020-ban 100%, míg 2022-ben 98% volt azon tehenészetek aránya, ahol a tejfehérje Nyári/Téli indexe 0,95 alatt volt (ez pedig mérsékelt vagy jelentős veszteségnek felel meg). A tejfehérje hazai körülmények között a bendő energia-ellátottságával függ össze, azaz a fermentálható szerves anyagok (cukor, lebomló keményítő, gyorsan emészthető rost) mennyisége korlátozza a fehérjeszintézist. Ezen komponenseket kell nagyobb arányban a nyári TMR-be beépíteni a tartástechnológiai fejlesztések mellett.

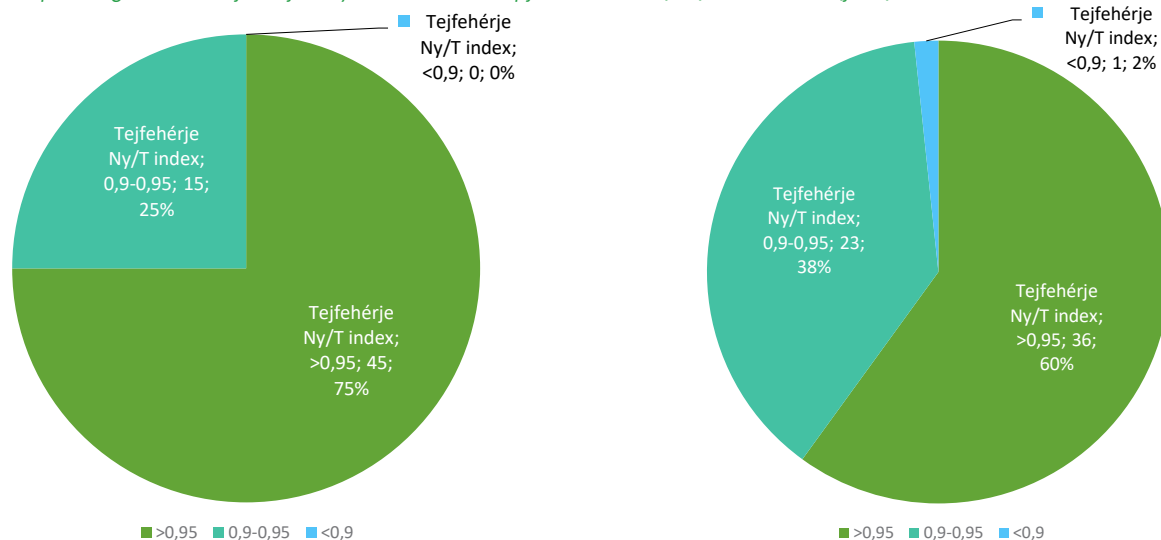
3. ábra: A telepek megoszlása a tejtermelés nyári-téli indexe alapján 2020-ban (bal) és 2022-ben (jobb)



4. ábra: A telepek megoszlása a tejszír % nyári-téli indexe alapján 2020-ban (bal) és 2022-ben (jobb)



5. ábra: A telepek megoszlása a tejfehérje % nyári-téli indexe alapján 2020-ban (bal) és 2022-ben (jobb)



JAVASLATOK

Eredményeink alapján az alábbi intézkedéseket javasoljuk a hőstressz hatásainak mérséklésére:

- Használják a nyár-tél indexet a veszteségek mértékének számszerűsítésére, az új hűtéstechológiák hatásfokának ellenőrzésére.
- Fontos az új építésű istállók megfelelő tájolása és az oldalfalakon automata árnyékoló függönyök elhelyezése a direkt sugárzás megelőzéséért, továbbá nagy belmagasság tervezése a természetes ventiláció kialakulásának érdekében.
- A tető szigetelése a belső hőmérséklet csökkentése érdekében elengedhetetlen ma már.
- Az istállók megfelelő szellőzésének biztosítása alapvető jelentőségű: a természetes (tetőgerinc megnyitása, oldalfalak eltávolítása) és a mesterséges szellőzés (ventilátorok felhelyezése) kialakítása és hatékony együttes működése meghatározó jelentőségű. A korszerű ventilátorok lamellákkal irányítják a légáramlás irányát és automatikusan állítható a fordulatszámuk: a boxokban a 2 m/s (50 cm magasságban), a közlekedőfolyosókon pedig 3 m/s légsebesség biztosítására fejmagasságban.
- Az istállókban az esőztető rendszerek alkalmazása napjainkban már nem elhagyható, a ventilátorokkal összehangolt programozás pedig célszerű (a tehén testfelületének áztatásával). Javaslat: minden hűtési periódus 45 percre tart, mely 5 perces szakaszokra van osztva (9 alkalom 1 perióduson belül). Egy 5 perces szakaszban 30 másodperces zuhanyozási ciklus (ventiláció nélkül) után pedig jön egy 4,5 percre tartó ventiláció (zuhanyozás nélkül). Naponta 8 hűtési periódus javasolt, tehát 3 óránként 1 szakasz. Ezt megszokják a tehenek, és odaérnek az etetőútra az esőztetés ideje alatt. Más időbeosztás mellett lehet, hogy a boxból felálló tehén lemarad a permetezésről, mire odaér az etetőútra.

- A takarmányozás optimalizálása, különösen a nyári időszakban, szintén eszköz a kezünkben. Energiadúsabb, de a könnyebben emészthető takarmányok alkalmazását kell rutinszerűvé tenni. Javasoljuk a szakirodalom alapján a 60%-os NDFd₄₈ értéket célként kitűzni a nyári TMR/PMR-re vonatkozóan. A lehetőség a kora tavaszi betakarítások során dől el.
- A vízellátás biztosítása folyamatosan, kiemelt figyelmet fordítva a víz minőségére és hőmérsékletére.
- A THI-index, valamint a légsebesség rendszeres monitorozása, és a kritikus értékek elérése esetén gyors beavatkozások alkalmazása.
- Hosszú távon célszerű a genetikai szelekció szempontjai közé beépíteni a hőstressztoleranciára való hajlamot is, így javítva az állomány alkalmazkodóképességét a klímaváltozás kihívásaihoz.

Az elvégzett statisztikai elemzések kevésbé voltak meggyőzőek, feltehetően nagyobb mintaszámmal kell dolgozni majd egy következő elemzés során. Az azonban egyértelmű volt, hogy a gyengébb indexszel termelő tehenészetek előfordulási gyakorisága nagyobb volt 2022. meleg nyarának hatására, mint 2020-ban. Tehát a magas hőmérséklet és páratartalom kombinációjával jellemezhető THI-index növekedése negatívan befolyásolta a hazai tehenészetek nyári teljesítményét a télihez képest. Összességében elmondható, hogy a hőstressz egyre növekvő kihívást jelent a szarvasmarhatenyésztésben/ágazatban, amelyre komplex, preventív intézkedésekkel kell reagálni a jövőben is fenntartható, gazdaságos és a hatékony termelés érdekében.

