



A KLÍMAVÁLTOZÁS ÁLLAT- TENYÉSZTÉSI VONATKOZÁSAI

AZ ENTERÁLIS METÁNKIBOCSÁTÁS CSÖKKENTÉSE:
A TÉMAKÖR BEVEZETÉSE ÉS A FAJTAVÁLASZTÁS SZEREPE

Szakértő
munkatársunk írása
Állattenyésztési
Teljesítményvizsgáló Kft.

Az Európai Unió kiemelt célkitűzése az állattenyésztés fenntarthatóságának előmozdítása, különös tekintettel az üvegházhatású gázok (ÜHG-ok) és ezen belül a metán (CH_4) kibocsátásának csökkentésére. A szarvasmarhák által termelt CH_4 légkörbe kerülése nem csupán kedvezőtlen környezeti hatásokkal jár, de energiavesztést is okoz, hiszen a tehenek bruttó energiabevitelének 2-12%-a vész el CH_4 formájában (Johnson és Johnson, 1995).

A szakértők egyetértenek abban, hogy a szarvasmarhatartás során keletkező ÜHG-ok (köztük a CH_4) kibocsátásának mérséklésére az egyik legeredményesebb módszer a tejtermelés hatékonyságának növelése. Erre kiváló példát nyújt az Egyesült Államok, ahol a gazdálkodási gyakorlatok és a technológia fejlődésének köszönhetően 1 milliárd liter tej termelésének szénlábnyma 2007-re az 1944-es szint csaknem 37%-ára esett vissza (lásd a híres Cornell-tanulmányt: Capper és mtsai., 2009). Bár e kedvező tendencia globálisan nem minden régióban (volt) megfigyelhető, a magas tejtermelési mutatókkal rendelkező rendszerek ígéretes lehetőséget kínálnak

a CH_4 - (és más ÜHG-) kibocsátások csökkentésére például az állatok termelésének további fokozása, a hosszú hasznos élettartamuk és fertilitásuk növelése, valamint a takarmányhasznosításuk vagy az egészségi állapotukra ható tulajdonságok javítása révén.



Fotó: Melanie Statson Freeman

A CH_4 -emisszió mérséklésére irányuló stratégiák ugyanakkor jelentős kihívások elé állítják a szakembereket, amelyek megoldása átfogó és innovatív megközelítést igényel. Az egyik legnagyobb akadályt a CH_4 -termelés pontos és folyamatos mérése jelenti, tekintettel arra, hogy ez – mint koráb-



ban említettük – technológiai szempontból gyakran összetett, költséges, illetve idő- és munkaigényes tevékenység. A helyzetet tovább bonyolítja az állattartási gyakorlatok és a környezeti feltételek sokfélesége, amely jelentősen megnehezíti a széles körben működőképes monitoring- és adatfelvételi rendszerek kialakítását.

Mindezek dacára a mérési és egyéb adatgyűjtési rendszerek fejlesztése elengedhetetlen, hiszen nélkülük a CH_4 -emisszió csökkentését célzó törekvések nem érhetik el a remélt kimenetelt. Ehhez olyan költséghatékony és szabványosított eljárások kidolgozására van szükség, amelyek különböző klimatikus és gazdasági viszonyok között is megbízható, összehasonlítható eredményeket garantálnak. Az emisszió mérséklésére irányuló megközelítésekben kiemelt szerepet kell kapniuk a modern technológiai eszközöknek (például a nagy érzékenységű szenzoroknak és a valós idejű monitoringrendszereknek), valamint a fejlett matematikai modelleknek és a mesterséges intelligencián alapuló technológiáknak. Ezek a fejlett megoldások nemcsak a CH_4 -kibocsátás gyorsabb, precízebb és költséghatékonyabb meghatározását teszik lehetővé, hanem egyúttal javítják az adatok megbízhatóságát és összevethetőségét is.

Fontos ugyanakkor hangsúlyozni, hogy a technológiai fejlesztések önmagukban nem elegendőek. Az adatgyűjtési és -feldolgozási protokollok harmonizálása, a mérőeszközök rendszeres kalibrálása, valamint az adatkezelés teljes folyamatának szigorú ellenőrzése szintén nélkülözhetetlen ahhoz, hogy a globálisan elérhető eredmények hitelesek és összehasonlíthatók legyenek.



Új és ígéretes megközelítést kínál a CH_4 -emisszió mérséklésében a genotípus és a környezet interakcióinak mélyreható vizsgálata. Az állatok genetikai

adottságai és a környezeti tényezők közötti kölcsönhatások részletes elemzése lehetőséget teremt a jelenleg alkalmazottaknál célzottabb tenyésztési programok kidolgozására, valamint az adott körülményekhez optimálisan igazodó és a hatékonyságot tovább fokozó takarmányozási stratégiák kialakítására.

Mindezen feladatok eredményes megvalósítása érdekében elengedhetetlen a nemzetközi együttműködések szorosabbra fűzése. Az országok és kutatócsoportok közötti adatmegosztás, a közös projektek kezdeményezése, valamint a különféle európai és globális szintű adatbázisok létrehozása mind hozzájárulhatnak ahhoz, hogy univerzális megoldások és olyan átfogó elemzések szülessenek, amelyek a regionális különbségekre és sajátosságokra is reflektálnak, biztosítva ezáltal a helyspecifikus megoldások kialakítását.

Végül, de nem utolsósorban, a kitűzött célok megvalósítása csak a gazdálkodók aktív részvételével és motiválásával érhető el. Ehhez olyan pénzügyi ösztönzők és támogatási programok bevezetésére van szükség, amelyek egyszerre nyújtanak gazdasági előnyöket és támogatják a környezeti fenntarthatóságot. A gazdaképzések, valamint a tudásátadást és gyakorlati tapasztalatszerzést támogató programok kulcsszerepet játszanak a termelés hatékonyságát növelő, fenntartható technológiák széles körű elterjedésében.

Az **enterális CH_4 -kibocsátás mérséklését célzó stratégiák** három fő kategóriába sorolhatók:

1. fajtaválasztás, amely magában foglalja a kisebb CH_4 -termeléssel jellemezhető fajták előnyben részesítését és ezen belül olyan **egyedekkel kapcsolatos beavatkozásokat**, mint a genetikai/genomszelekció célzott alkalmazása, illetve a menedzsmentrendszer fejlesztése; **2. takarmányozási stratégiák**, például a takarmányfelvételi szint befolysólása, a takarmányminőség (összetétel, emészthetőség stb.) módosítása, továbbá különféle adalékanyagok, növényi bioaktív vegyületek és enzimek használata; valamint **3. a bendő mikrobiomjára irányuló beavatkozások**, melyek szabályozzák a bendőben élő mikroorganizmusok összetételét és aktivitását.

Fontos kiemelni, hogy a szarvasmarhatartásból



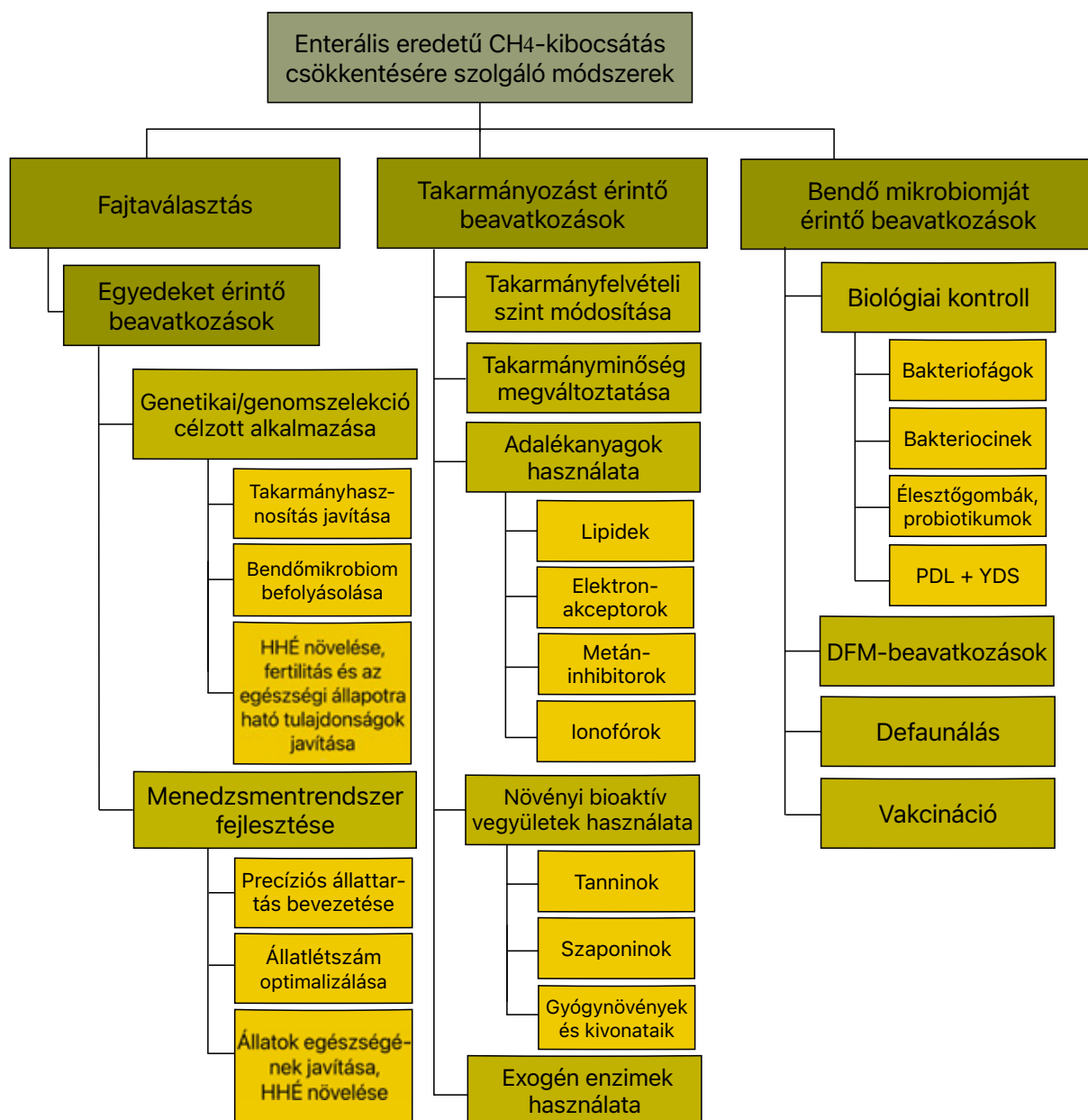
származó CH_4 -kibocsátás mértékét nem csupán az enterális gáztermelés, hanem a trágyakezelési gyakorlatok is jelentősen befolyásolják. Ez utóbbi kérdéskörrel későbbi írásainkban foglalkozunk majd részletesen.

Jelen cikk központi témája általánosságban a fajtaválasztás szerepe, különös tekintettel annak tudatos alkalmazására az enterális CH_4 -kibocsátás csökkentésében. E kontextusban a kisebb CH_4 -termelésű fajták előnyben részesítése, valamint a mérsékelt kibocsátást elősegítő, kedvező tulajdonságokkal rendelkező egyedek célzott továbbtenyésztése nem pusztán elméleti lehetőség, hanem olyan stratégiai-gyakorlati eszköz is, amely

megfelelő tervezéssel és végrehajtással akár telepi szinten is érdemben hozzájárulhat az állattenyésztés fenntarthatóságához.



Ábra: Lehetőségek az enterális CH_4 -kibocsátás mérséklésére



Megjegyzés: HHÉ: hosszú hasznos élettartam; PDL (plant-derived liquid): növényi eredetű folyadék; YDS (yeast-derived surfactant): élesztőből származó felületaktív anyag; DFM (direct-fed microbes): közvetlenül adagolt mikrobiális készítmények.

Forrás: Saját összeállítás.



A tejhasznú szarvasmarhafajták genetikai és fiziológiai sajátosságai, illetve takarmányfelvételük jellemzői nagyban meghatározzák a CH_4 -kibocsátásuk mértékét. Mivel az egyes fajták CH_4 -termelése abszolút értelemben és egységnyi tejtermelésre vetítve is eltéréseket mutat, kiemelt jelentőséggel bír a tudatos fajtaválasztás, valamint olyan takarmányozási rendszerek kidolgozása, amelyek az állomány genetikai adottságaihoz és élettani szükségleteihez egyaránt igazodnak. Az efféle stratégiák nemcsak a CH_4 -kibocsátás mérséklését segítik elő, de a tejtermelés fenntarthatóságát is hosszú távon erősítik.

A genetikai háttér (genotípus) meghatározó szerepet játszik többek között az állatok testméretének, bendőkapacitásának, takarmányhasznosító képességének és termelési szintjének alakulásában. E tényezők közvetlen kapcsolatban állnak egymással, és együtt, komplex módon befolyásolják a CH_4 -képződés intenzitását.

A szarvasmarhák CH_4 -termelésének túlnyomó része a bendőfermentációhoz köthető, mely folyamat szoros összefüggést mutat a bendő kapacitásával, működésének intenzitásával, illetve a felvett takarmány mennyiségével és összetételével. A nagyobb bendőkapacitású, gyorsabb anyagcseréjű fajták általában több CH_4 -t bocsátanak ki, különösen rostban gazdag takarmány felvétele esetén. Mindazonáltal a rost nemcsak jelentős tápláléértékkel bír, hanem fontos emésztésélettani szerepet is betölt (például nyáltermelés fokozása, kérődzés fenntartása, bendőműködés és bélmozgások serkentése).

Jelen írásban a tejhasznú szarvasmarhafajták közül a holstein-fríz és a jersey fajták egyes jellemzőit vesszük górcső alá, kitérve egyebek mellett arra is, hogy e tulajdonságok milyen módon befolyásolják a CH_4 -termelésüket.

A vékony, finom csontozatú **holstein-fríz a világ egyik legismertebb és legerősebb tejhasznú szarvasmarhafajtája**, amely kiemelkedő tejtermelési képességének köszönhetően a modern tejipar egyik alapkövének tekinthető. Az intenzív körülmények között tartott és gondosan takarmányozott, vagyis nagy mennyiségű, energiában és fehérjében gazdag,

kiváló minőségű takarmánnyal etetett, 600–700 kg-os testtömegű egyedek laktációnkénti tejhozama jellemzően 9 000 és 12 000 kg között mozog, ami napi kb. 30–50 litert jelent. Tejük zsírtartalma általában 3,50–4,00%, fehérjetartalma 3,20–3,50% körül alakul. Magyarországon a holstein-fríz állomány tejtermelése az elmúlt évtizedekben számottevő emelkedést mutatott. A genetikai szelekció, a korszerű takarmányozási módszerek, valamint az új generációs fejési technológiák eredményeként az országos standard laktációs átlag 2024-ben 10 842 kg tej volt, ami kedvező tejszír- (416 kg, 3,84%) és tejfehérjehozammal (367 kg, 3,38%) párosult (Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete, 2025). Egyes, kimagasló genetikai potenciállal rendelkező egyedek azonban ennél is nagyobb teljesítményre képesek, tovább öregbítve a fajta hírnevét. A Holstein-fríz Tenyésztők Egyesületének ún. „Aranytörzskönyvébe” például több mint 1 300 olyan egyedet regisztráltak, amelyek életteljesítménye elérte, vagy meghaladta a 100 000 kg tejet. Az abszolút rekordterhén pedig nemzetközi összehasonlításban is kiemelkedő mennyiségű, 162 000 kg tejet termelt tulajdonosának! Bár a holstein-fríz alapvetően tejhasznosítású fajta, idősebb tejelő egyedei jelentős testtömegükkel és elfogadható húsminőségükkel a húsipar számára is értékes alapanyagot biztosítanak, ami hozzájárul a gazdasági értékük növeléséhez.

Kiemelkedő tejhozama révén e fajta ideális választás azokon a helyeken, ahol a megtermelt tej folyadéktej formájában kerül értékesítésre, fogyasztásra. Jó minőségű, kedvező zsírtartalmú és fehérje-összetételű teje azonban ipari feldolgozásra is kiválóan alkalmas.



Szakirodalmi adatok szerint az intenzív körülmények között tartott, nagy tejtermelésű holstein-fríz tehének



napi szárazanyag-felvétele (dry matter intake, DMI) a testtömegük 4,0-4,5%-ának felel meg (NRC, 2001). Ez egy 600 kg-os tehén esetében napi 24-27 kg, míg egy 700 kg-os egyednél 28-30 kg DMI-t eredményez, amit olyan tényezők befolyásolnak, mint például az állat testtömege, laktációs fázisa, tejtermelési szintje és a takarmány összetétele. A holstein-fríz fajta kiváló takarmányhasznosítási képességét az is jól szemlélteti, hogy egyedeinek mindössze 0,70-0,85 kg szárazanyagra van szükségük 1 liter, magas biológiai értékű emberi tápláléknak számító tej termeléséhez. Ráadásul, kérődő állatokról lévén szó, az általuk elfogyasztott nagy mennyiségű tömegtakarmány nem jelent táplálékkonkurenciát a humán élelmezés tekintetében, ellentétben például a baromfival vagy a sertéssel, amelyek takarmányozása főként az emberi táplálkozás szempontjából is nélkülözhetetlen gabonafélékre és fehérjeforrásokra támaszkodik.

Nagyobb testméretükből adódóan a holstein-fríz tehenek abszolút létfenntartási energiaigénye, valamint az ennek kielégítéséhez szükséges takarmányfelvétel (DMI) mértéke meghaladja a kisebb testű jersey tehenekét. Ha azonban a DMI-t az állatok metabolikus testtömegére (MTT – a testtömeg 0,75-ös hatványa) vetítjük, akkor a két fajta között már nem mutatkozik jelentős eltérés (Aikman és mtsai, 2008). (Az MTT pontosabban tükrözi a létfenntartási energiaigényt, mivel számításakor azt is figyelembe veszik, hogy a testméret növekedésével az alapvető életfunkciók energiaigénye egységnyi testtömegre vetítve kevésbé emelkedik.)

A holstein-fríz tehenek kimagasló tejtermelési volumene komoly előnyt jelent a takarmányból származó metabolizálható energia hatékony hasznosítása terén. (Ez az energia a takarmány teljes energiatartalmának azon része, amely az emésztési folyamatokat követően – a le nem bontott takarmányrészekkel, a trágyával, a vizelettel és a keletkező gázokkal távozó veszteségek levonása után – az állatok számára ténylegesen elérhető.) Nagy tejhozamuknak köszönhetően ugyanis a felvett takarmányból származó energia jelentős hányada közvetlenül a tejtermelést szolgálja, így a létfenntartási energiaigényük aránya kisebb a teljes energiafelhasználásukon belül. Emellett a fajta egyedei nemcsak a tömegtakarmányokat, hanem a koncentrátumokat is hatékonyan hasznosítják, ami lehetővé teszi, hogy relatíve kisebb adagok mellett

is kimagasló tejhozamot érjenek el. Ezek a tulajdonságok rendkívül előnyösek az intenzív tejtermelési rendszerekben, és tovább erősítik a fajta „vezető pozícióját” a globális tejiparban.

Bár a **jersey tehenek** laktációnkénti tejhozama elérheti akár a 350-500 kg-os testtömegük 13-szorosát is – átlagosan 5 000-7 000 kg (napi 16-23 liter) –, e teljesítmény elmarad a holstein-fríz fajtára jellemző értékektől. A jersey-k tejének zsír- és fehérjetartalma ugyanakkor kiemelkedően magas, az előbbi 5-7%, míg az utóbbi 4,0-4,5% körüli, így nemcsak folyadéktejként való közvetlen fogyasztásra, hanem ipari feldolgozásra – például sajtgártásra – is kiválóan alkalmas. A magyarországi állomány 2024-ben átlagosan 6 662 kg tejet termelt laktációnként 346 kg tejszírral (5,19%) és 268 kg tejfehérjével (4,02%). (Koncentrált Tejű Fajták Tenyésztő Egyesülete, 2025)



Kisebbs testméretükből adódóan a jersey tehenek abszolút létfenntartási energiaigénye kisebb, mint a holstein-frízeké, vagyis az alapvető életfunkcióik fenntartásához kevesebb energiára van szükségük. A testtömegükhöz viszonyított relatív energiaigényük ugyanakkor magasabb a másik fajtánál, mivel a kisebb testű állatok anyagcseréje intenzívebb. Ez részben a testfelületük és a testtérfogatuk kedvezőtlenebb arányából ered, ami fokozott hőveszteséget és ezzel együtt nagyobb energiaveszteséget eredményez. Napjainkban, a klímaváltozás tükrében, a hőveszteség már más megítélés alá esik, mint korábban, ám továbbra is az energiaveszteség egy formája. Ezért változatlanul lényeges a testtömeg, testméret és testfelület arányának figyelembevétele – elég csak azokra a szuboptimális körülmények között élő, speciális ökológiai nicheket (sarkvidékek, sivatagok) betöltő fajokra gondolnunk, melyek ezen jellemzőik révén tudnak sikeresen alkalmazkodni a környezeti kihívásokhoz.



A jersey tehenek emésztési paraméterei kedvezőbbek a holstein-frízekéhez képest (például Aikman és mtsai., 2008; Goddard és Grainger, 2004; Prendiville és mtsai., 2009), amit részben az **emésztőtraktusuk relatíve nagyobb mérete** magyaráz. A nagyobb felszívódási felület elősegíti a rostokból származó tápanyagok hatékonyabb hasznosítását. Smith és Baldwin (1974) kutatásai szerint a holstein-fríz tehenek összetett gyomrának és bélrendszerének együttes tömege az állatok teljes testtömegéhez vagy MTT-jéhez viszonyítva csupán 88-95%-át teszi ki a másik fajta egyedeiének. Továbbá – Ingvarsten és Weisberg (1993), valamint Aikman és mtsai.-nak (2008) megállapításai alapján – **a jersey tehenek emésztőrendszerén a takarmány gyorsabban, mintegy 20%-kal rövidebb idő alatt halad át**, amelyet természetesen befolyásol a takarmány összetétele, különösen annak rosttartalma (Colucci és mtsai., 1982).

E tényezők eredményeként a jersey tehenek testtömegük kb. 4,5%-ának megfelelő szárazanyagot képesek felvenni (Grainger és Goddard, 2004; Aikman és mtsai., 2008; Prendiville és mtsai., 2009). Így például egy 450 kg-os jersey tehén napi DMI-je kb. 20 kg, ami 4,5 kg DMI/100 kg testtömegnek, illetve 1,0 kg DMI/1 liter termelt tejnek felel meg (Jersey Canada, 2025). Az utóbbi relatív DMI-adatok elérik, sőt, a termelt tej esetében meg is haladják a holstein-fríz releváns értékeit.



Szakirodalmi források szerint a DMI növekedése és a takarmány ebből adódó, felgyorsult áthaladása az emésztőrendszeren (Thornton és Minson, 1972; Colucci és mtsai., 1982) általában az emészthetőség csökkenéséhez vezet (Tyrrell és Moe, 1975). Ezen elmélet alapján a jersey teheneknél is kisebb emésztési hatékonyságot feltételezhetnénk, ám a fajta sajátos takarmányfelvételi viselkedése – például a DMI-egységre vetített hosszabb rágási és kérődzési idő –,

valamint kedvező anatómiai és élettani adottságai képesek megfordítani ezt a potenciálisan kedvezőtlen hatást. Ennek következtében a jersey tehenek relatíve több tápanyagot képesek hasznosítani a takarmányból, ami nagyobb energiamennyiséget biztosít a tej szilárd komponenseinek (milk solids, MS) – elsősorban a fehérje és a zsír – termeléséhez (Coulon és Rémond, 1991).

Beecher és mtsai.-nak (2014) kutatása szintén alátámasztja ezeket a megállapításokat. Eredményeik szerint a jersey fajta teljes emésztőtraktusra vonatkozó (rost)emésztési hatékonysága felülmúlja más fajtákét, így a vizsgálatukban szereplő jersey tehenek perjefélékből testtömegarányosan 2,2%-kal több szárazanyagot emésztettek meg, mint például a holstein-frízek. Ez a különbség napi szinten hozzávetőlegesen 0,56 UFL-nyi pluszenergiát biztosított számukra a tejtermeléshez, melynek köszönhetően 0,9 kg-mal több tejet és 1 kg tejre vetítve 39,6 g fehérjét, illetve 76,9 g tejsírt termeltek. (Az UFL, vagyis a *unité fourragère lait* egy tejtermelésre vonatkozó takarmányegység, amely 1 700 kcal energiának felel meg.) Erre a következtetésre jutottak Olijhoek és mtsai. (2018) is, akik kimutatták, hogy a jersey-k neutrális detergens rost (neutral detergent fiber, NDF) emésztési hatékonysága valamivel magasabb (68,4%), mint a holstein-frízeké (65,3%).

Ahogy korábban említettük, a jersey tehenek a relatíve nagyobb takarmányfelvételük és a kiváló emésztőképességük révén nyert energiát elsősorban a MS, különösen a tejsír és a tejfehérje termelésére fordítják. Ennek eredményeként kimagasló teljesítményre képesek e téren. A Kanadai Jersey-tenyésztők Egyesületének adatai szerint (Jersey Canada, 2025) egy 450 kg-os jersey tehén 305 napos standard laktációja alatt testtömeg-kilogrammonként átlagosan 1,23 kg MS-t állít elő, míg egy 700 kg-os holstein tehén kb. 21%-kal kevesebbet, mindössze 0,97 kg-ot. Az abszolút laktációs termelési adatok azonban ezzel épp ellentétes képet mutatnak: a jersey-k közel 554 kg MS-t, a holstein-frízek viszont ennél jelentősen többet, csaknem 680 kg MS-t termelnek!

A két fajta eltérő **CH₄-kibocsátási profilját** főként a bendőben zajló fermentációs folyamatok és az energiahasznosításukban mutatkozó különbségek határozzák meg. A **holstein-fríz tehenek napi CH₄-termelése abszolút értelemben meghaladja a**



jersey-két, ami leginkább a nagyobb testméretüknek és a magasabb takarmányfelvételüknek (DMI-jüknek) tulajdonítható: több takarmányt fogyasztanak el és emésztenek meg, ami számottevőbb CH_4 -képződéssel jár (Capper és Cady, 2012). Az egységnyi termelt tejre vetített CH_4 -kibocsátásban, tehát **a kibocsátás intenzitásában ugyanakkor nincs jelentős eltérés a két fajta között** (Beecher és mtsai., 2014; Aikman és mtsai., 2008). Ezt a holstein-fríz tehenek kimagasló tejtermelésének – előbbieken már tárgyalt – „hígító hatása” magyarázza, amely részben ellensúlyozza a nagyobb létfenntartási energiaigényükből adódó „hátrányt”, és így csökkenti az egységnyi tejre jutó CH_4 -kibocsátást. Magasabb tejhozam esetén ugyanis a tejtermelésre fordított energia aránya megnő a létfenntartási energia arányával szemben, kedvezőbb energiafelhasználási profilt eredményezve. **A CH_4 -hozam**, vagyis az egységnyi felvett takarmányra (DMI-re) vetített CH_4 -kibocsátás **tekintetében viszont a jersey egyedek érnek el kedvezőtlenebb értékeket**, ami főként az intenzívebb rágásukkal és a jobb emésztési hatékonyságukkal magyarázható (Ingvartsen és Weisbjerg, 1993). Bár – mint korábban említettük – a takarmány nagyobb mértékű lebontása több energiát szabadít fel, ez egyúttal több CH_4 képződésével is jár.



A takarmányozási stratégiák jelentős mértékben befolyásolják mindkét fajta CH_4 -kibocsátását. A több koncentrátumot tartalmazó étlendek általában mérséklék a CH_4 -termelést, ám a csökkenés mértéke fajtánként eltérő. Olijhoek és mtsai. (2022) kutatásukban dán holstein-fríz és dán jersey tehenek emésztését tanulmányozták három különböző összetételű TMR etetése mellett. A vizsgált takarmányok koncentrátumtartalma a szárazanyag-tartalom arányában 49% (a továbbiakban K49), 70% (K70), illetve 91% (K91) volt. A mérések megkezdése előtt a teheneket 12–19 napig szoktatták az új étlendekhez,

majd 3 napon át megfigyelték a kérődzési aktivitásukat. Az emésztési és takarmányhasznosulási vizsgálathoz trágyamintákat gyűjtöttek, a kísérleti időszak utolsó három napján pedig az állatok gázcseréjét is tanulmányozták. Végül, a légzőkamrás mérések után, bendőfolyadék-mintákat vettek a fermentációs folyamatok pontosabb feltérképezéséhez.



A kutatók eredményei szerint a holstein-fríz tehenek (abszolút) DMI-je – ahogyan az várható volt – meghaladta a jersey tehenekét. A fajta és a takarmány közötti interakció nagymértékben befolyásolta a CH_4 -termelés alakulását. A koncentrátumtartalom növelésének hatására a holstein-fríz tehenek bendőjében markánsabb emelkedést mutatott a propionát moláris aránya, miközben a mikrobaközösség diverzitása szűkült. Ezzel szemben a jersey tehenek esetében a változások inkább a kérődzési idő és a kérődzési rágásszám csökkenésében jelentkeztek, legyen szó egységnyi DMI-ről vagy egységnyi NDF-felvételről.

A holstein-fríz tehenek CH_4 -hozama a TMR koncentrátumtartalmának növelésével látványosan visszaesett: a K70-es étlend mellett 18%-kal, míg a K91-es TMR esetén 48%-kal alacsonyabb értékeket mértek a K49-es étlendhez képest. A jersey teheneknél ugyanakkor a koncentrált takarmányok CH_4 -kibocsátást mérséklő hatása gyengébbnek bizonyult: a K70-nél 17%-os, a K91-nél csak 22%-os csökkenést tapasztaltak. A különbségek hátterében elsősorban a jersey fajtára jellemző stabilabb bendőfermentációs folyamatok állnak, amelyek kevésbé reagálnak érzékenyen a koncentrált takarmányok által kiváltott élettani és metabolikus változásokra. Így náluk az acetát:propionát arány csupán visszafogottabban módosul, ami elősegíti a fermentáció intenzitásának fenntartását, valamint a hidrogén- és CH_4 -termelés viszonylagos állandóságát.



Ezek az eredmények arra engednek következtetni, hogy a fermentációs folyamatok megfelelő takarmányozási stratégiákkal kedvező irányba terelhetők, bár a hatás mértéke fajtánként eltérő lehet. Fontos azonban kiemelni, hogy a K91-es étrend ugyan sikeresen mérsékelte a holstein-fríz tehének CH_4 -kibocsátását, hosszú távú alkalmazása nem ajánlott, mivel jelentősen növeli a bendőacidózis kialakulásának kockázatát.

Az eddigiek összegzéseként megállapítható, hogy mindkét fajta fontos szerepet tölthet be a CH_4 -kibocsátás csökkentésében, különösen akkor, ha a közöttük fennálló különbségeket tudatosan az előnyünkre fordítjuk, az esetleges hátrányokat pedig célirányos módszerekkel kompenzáljuk. Ennek megvalósításához elengedhetetlen a fajták jellemzőinek mélyreható ismerete, beleértve a takarmányhasznosításuk hatékonyságát, valamint a fermentációs folyamataik „érzékenységét”. E tényezők ugyanis nemcsak a termelési potenciáljukat, de a környezeti lábnyomukat is jelentős mértékben befolyásolják.

Mindezek mellett számba kell venni olyan, a modern tejtermelő gazdaságok nyereséges működtetéséhez kulcsfontosságú ökonómiai tényezőket is, mint az egy

férőállásra jutó termelés és az abból származó bevétel. A telep fizikai adottságai alapvetően meghatározzák a férőhelyek számát, az utóbbi pedig közvetlenül befolyásolja a termelési potenciált. Vegyünk egy leegyszerűsített példát, ahol az elvárás kb. 20 000 kg tej/laktációs periódus. Ezt két férőhely elfoglalásával két holstein-fríz tehén, vagy három (esetleg kisebb) pihenőboxban elhelyezett három jersey tehén képes megtermelni. Bár a fajták létfenntartási tápanyag- és energiaigénye eltérő, a két tehén helyett három nem tűnik optimális választásnak a kibocsátások csökkentése szempontjából. Ha azonban a vállalkozás gazdasági környezete a koncentráltabb tej termelését preferálja és honorálja, a mérleg nyelve a jersey fajta irányába billenhet.

Következtetésképpen megállapíthatjuk, hogy **a CH_4 -kibocsátás csökkentésére nem az említett fajták közötti választás, és különösen nem a keresztezés jelenti a megfelelő megoldást.** Sokkal inkább arra van szükség, hogy a már kigondolt, számunkra legideálisabb és legeredményesebb tenyésztési stratégiához igazodva, **az adott fajtán belül (!) válasszuk ki azokat az egyedeket, amelyek a szelekciós céljainknak leginkább megfelelnek.** Ezzel a fajtán belüli, célzott szelekcióra alapozva érhetjük el a kívánt genetikai előrehaladást és a hosszú távú eredményességet.

A genetika, amely kulcsszerepet tölt be a fajták tulajdonságait meghatározó gének vizsgálatában, a szarvasmarhák CH_4 -kibocsátásának csökkentéséhez is hozzájárulhat. Ezt olyan, közvetlenül az egyedekre irányuló beavatkozásokkal lehet elérni, mint például **a kisebb CH_4 -termelésre történő szelekció**, amely mérési vagy becslési adatokra épül; **a bendőmikrobiom összetételének és diverzitásának befolyásolása**, valamint **a takarmányhasznosító képesség és a termelékenység növelése**, különös tekintettel olyan mutatók javítására, mint a fajlagos takarmányfelhasználási hatékonyság (tehát az egységnyi tejtermeléshez szükséges takarmány [szárazanyag] mennyisége); a takarmányhasználati teljesítmény, amely azt méri, hogy az első laktációs tehének által 1 kg hatékonyabban hasznosított takarmány milyen mértékű takarmánymegtakarítást eredményez a teljes élettartamuk során; illetve az elvárt és tényleges takarmányfelvétel különbségét jelző reziduális takarmányfelvétel. Ezek mellett kiemelten **fontos az állatok betegségekkel**

szembeni ellenállóképességének, hosszú hasznos élettartamának és fertilitásának növelése is, hiszen minimalizálnunk kell a tehének nem produktív életszakaszait. Jelentőségére tekintettel, következő írásunkban a genetikai szelekció szerepével és lehetőségeivel foglalkozunk részletesen.

A felhasznált források listáját a cikk terjedelmi korlátai miatt nem közöljük, az a szerkesztőségben érhető el.

