

A MARHAHÚS-ELŐÁLLÍTÁS ÖKOLÓGIAI HATÁSA A VÍZ-FELHASZNÁLÁS TÜKRÉBEN A HÚSMARHAÁGAZATBAN

PÓTI PÉTER – KOSZTOLÁNYINÉ SZENTLÉLEKI ANDREA – VERTSÉNÉ ZÁNDOKI RITA –
PAJOR FERENC – BORKA GYÖRGY

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt évtizedekben számos közlemény jelent meg a marhahústermelés fenntarthatóságát illetően. Több szerző egymástól nagyon eltérő adatokat közölt a marhahús-előállítás vízlábnyomát illetően: az adatok 25 l/kg és 200.000 l/kg marhahús között változnak. A nagy eltérések főként a becslési módszerek különbözőségéből adódnak. Általában két fő számítási módot alkalmaznak a vízfogyasztás becslésére: a virtuális vízfogyasztás meghatározását, illetve az életciklus alapú vízfogyasztás értékelést; az egyes módszerek esetén más-más típusú víz felhasználásával számolnak. Nem mindegy, hogy a zöld- (esővíz), kék- (mesterségesen, a globális vízkészletből, a felszín alatti és fölötti forrásokból csatornázott víz) vagy szürkevíz (a keletkezett szennyezett vízmennyiség) közül melyeknek a fogyasztását veszik figyelembe a becslés során. Az is nagyon fontos, hogy meddig követik a termék útját: sok kutatás addig számol, amíg az állat elhagyja a gazdaságot, néhány modell azonban követi azok további útját a fogyasztókhoz. Vannak olyan modellek is, amelyek a becslés során figyelembe veszik azt is, hogy a felhasznált víz egy része vissza is kerül ott helyben a gazdaság vízforgalmába. A szarvasmarha vízfelvétele az ivóvízből és az elfogyasztott takarmány víztartalmából tevődik össze. Vízesztésük légzés, izzadás, vizelet- és bélsárürítés, valamint tejtermelés révén történik. A különböző vízfelvétel és vízleadás típusok nyilván több külső tényezőtől is függenek (pl. takarmány összetétele, környezeti hőmérséklet, relatív páratartalom, légmozgás, sugárzási viszonyok). A vízfelhasználás mérséklése történhet az öntözés (a hatékonyságot növelő, új technológiai megoldások alkalmazása), illetve – kisebb mértékben – az elfogyasztott ivóvíz mennyiségének csökkentésével. Szóba jöhet rövidebb tenyészedű, illetve szárazságtűrő takarmánynövény fajok és fajták használata. Forró éghajlatú területeken hatékony lehet az árnyékolás, a hőstresszel járó többlet vízfelvétel mérséklésére. A takarmányhasznosító képesség javításával szintén alacsonyabb lesz az 1 kg marhahúsra vetített vízfelvétel is. Fontos azonban a probléma több oldalról történő vizsgálata: kevésbé hangoztatott tény, hogy a húsmarhák legeltetési tartása segíti a gyepterületek, a tájkép megőrzését, a biológiai sokféleség fenntartását, a természet- és tájvédelmi területek kezelését, valamint jelentős szerepet tölt be a légkör szén-dioxid tartalmának megkötésében. Figyelembe kell venni az eltérő körülmények között zajló termelési módok változatosságát: ami egy régióban szinte tökéletesen fenntartható rendszerként működhet, az egy más adottságú területen nem biztos, hogy eredményes.

SUMMARY

Póti, P. – Kosztolányiné, Sz. A. – Vertséné, Z. R. – Pajor, F. – Borka, Gy.: ECOLOGICAL FOOTPRINT OF BEEF PRODUCTION IN THE LIGHT OF WATER USAGE

In the last decades numerous researches have been published concerning the sustainability of beef production. Very different results have been calculated for the water footprint of beef, the published data range between 25 L/kg and 200.000 L/kg beef. The sources of the large variation are mainly the differences between the methods of estimation. The two main types of estimation models are the virtual water use and the life cycle based water use which calculate with different types of water usage. It is very important to know what kinds of water uses are involved in the estimation: green (precipitation), blue (lakes, rivers, reservoirs, can be pumped artificially from below surface) or grey (polluted water). It also matters how long the way of the product is followed: many researches count water use until the animal leaves the farm; however some models follow its way to the consumers. Some estimations also regard that a part of the used water returns back to the water cycle of the farm. Water intake of cattle consists of drinking water and water content of feedstuff. Water loss includes

respiration, sweating, urine and faeces excretion and milk production. The amount of different types of water intake and output is obviously affected by several external factors (e.g. feedstuff composition, environmental temperature, relative humidity, wind speed, radiation). Water use can be decreased with reduction of irrigation (e.g. applying new, more efficient technologies) and drinking water (e.g. decreasing heat stress by providing shelter under hot circumstances). Fodder plants with shorter breeding season or higher draught tolerance are also available. Selection for better feed conversion rate also results in less water usage per kg beef. However, it is important to evaluate the problem from more sides: it is a less emphasized fact that pasturing of beef cattle helps grassland and landscape preservation, maintaining biological diversity, handling of natural conservation areas and fixation of carbon dioxide from air. Diversity of production methods under different circumstances also has to be regarded: what is totally sustainable in a certain region, may be unsuccessful in another one.

BEVEZETÉS

A húsfogyasztás ellen „szemléletformáló” kampány zajlik; a médiában és a szakirodalom egy részében egyre több, a hústermelés fenntarthatatlanságáról szóló tudósítás jelenik meg (*Chikán, 2018; Lynch és mtsai, 2021; Mancini és Antonioli, 2021; Pradeepika és mtsai, 2021*). *Eshel és mtsai (2014)*, illetve *Lynch és mtsai (2021)* közlése szerint a marhahús előállítása csaknem tízszeres környezeti terheléssel jár más húshoz képest: a húsmarhatartás termőföld- és vízigénye többszöröse a sertéshús, a baromfihús, az étkezési tojás-, valamint a tejtermelés esetén felmerülő termőföld- és vízigénynek. *Eshel és mtsai (2014)* úgy vélik, a környezeti terhelés költségeinek meg kell jelennie a marhahús árában. Mindezek közrejátszanak abban, hogy az elmúlt években világszerte folyamatosan nő a húsfogyasztást elítélő, vegetáriánus étrendet, illetve növényi eredetű ételekben gazdag, de húsban szegény étrendet követő emberek száma. Ezért a kutatók egyre komolyabb erőfeszítéseket tesznek húsalternatívák kifejlesztésére különböző termesztett növényekből, valamint algákból és rovarokból, illetve laboratóriumi körülmények között is próbálnak műhúst (izomszövetet) előállítani (*Thompson, 2014; Joshi és Kumar, 2015; Bonny és mtsai, 2017; Chikán, 2018; He és mtsai, 2021; Pradeepika és mtsai, 2021*).

Úgy véljük, nem elég felmérni azt, hogy egy kg marhahús előállítása mekkora termőföldterületet és mennyi erőforrást – beleértve a vizet is – igényel; azt is meg kell vizsgálni, hogy egységnyi hús táplálóanyagával egyenértékű növényi eredetű élelmiszer előállításához ehhez képest mekkora termőföldterületre és mennyi erőforrásra van szükség. Az állattenyésztést és az állatiternék-előállítást övező tévhitek eloszlátása céljából, meghatározó európai szakmai és érdekvédelmi szervezetek, Meatthefacts címmel felvilágosító kampányt indítottak.

Dolgozatunk célkitűzése, a szakirodalom alapján, rövid áttekintést adni a húsmarhaágazat vízlábnyomáról, illetve hangsúlyozni a húsmarhatartással összefüggő környezeti terhelés mellett a húsmarhatartás egyéb, adott esetben pozitív környezeti hatásainak mérlegelését is.

A marhahús-előállítás vízszükségletének meghatározása

A marhahús előállításának vízigénye, hasonlóan a legtöbb mezőgazdasági élelmiszer-alapanyaghoz, jelentős. Az 1 kg marhahús előállításához szükséges vízmennyiségre vonatkozóan nagyon eltérő eredményeket (a nyilvánvalóan

problematiszus szélső értékek: 25 l, illetve 200.000 l) közölnek a szerzők (*Pimentel és mtsai*, 1997; *Chapagain és Hoekstra*, 2003; *Hoekstra és Chapagain*, 2006; *Mekonnen és Hoekstra*, 2010; *Peters és mtsai*, 2010; *Ridoutt és mtsai*, 2012; *Menendez és mtsai*, 2019). A számítások közötti eredménykülönbségek főként módszertani különbségekből adódnak; elsősorban abból, hogy milyen típusú vízfelhasználásokat vesznek figyelembe.

Vízlábnyom, virtuális vízfelhasználás

Hoekstra és Chapagain (2010) úgy vélik, a vízlábnyom fogalma alkalmas az állati termékek fogyasztása és a globális vízkészletek felhasználása közötti kapcsolat értékeléséhez. Definíciójuk szerint a „vízlábnyom az édesvíz teljes mennyisége, amelyet az elfogyasztott áruk és az igénybe vett szolgáltatások előállítására használnak fel”. A vízlábnyom-bebecslések a virtuális víz fogalmára épülnek, amely minden vizet magába foglal, amely a termelés során felhasználásra kerül (*Allan*, 2003). A hústermékek esetében ez, az állatok ivóvizén túl, magában foglalja a farmok, a vágóhidak és a gyárak tisztításához szükséges vízmennyiséget, valamint a legelők és takarmánytermő területek öntözése és a növényi evaporáció révén felhasznált vízmennyiséget is. Ezek közül a takarmányként elfogyasztott növények termesztéséhez szükséges víz adja a legnagyobb részt (98-99%) (*Allan*, 2003; *Doreau és mtsai*, 2012). Az 1 kg marhahús előállításához szükséges 100 ezer literesre becsült vízszükségleti értékek azt feltételezik, hogy a legelőkre hullott esővíz minden egyes cseppje (teljes mennyisége) a húsmarhák, illetve húshasznú tehenek szervezetébe kerül. Az esővíz nagy része azonban visszakerül az ökoszisztémába, a felszíni és felszín alatti vizeket táplálja, a talaj vízkészletét növeli, valamint a növények hasznosítják. A korábbi virtuális vízfelhasználás-bebecslések nem különböztetik meg a termelés során felhasznált víz típusait, hanem egyben értékelik a földben nedvességeként tárolt esővizet, a felszín alatti és fölötti forrásokból mesterségesen csatornázott vizeket. *Doreau és mtsai* (2012) megállapítják, hogy amennyiben a *Pimentel és mtsai* (1997) által közölt 200 000 l/kg marhahús vízfelhasználási értéket vennénk figyelembe (a számítás extenzív tartás- és takarmányozási módra vonatkozóan történt, a szerzők azonban nem közlik a számítás részletes metodikáját), akkor az évi 60 millió tonna marhahús termeléséhez szükséges vízmennyiség nagyobb volna, mint a Föld egész vízkészlete!

A globális vízciklus nagyon összetett. Az egyik helyen elpárolgott víz általában egy másik területen csapadék formájában visszatér a földfelszínre. A szárazföldi területeken, globálisan nézve, a csapadék 70%-kal túllépi az evapotranszspirációt. Az óceánok esetén azonban a párolgás nagyobb, mint a csapadék mennyisége. A víz egy része – például az állatok által elfogyasztott ivóvíz egy része – ürülék vagy bélsár és vizelet formájában, illetve a talajba szivárgás útján a gazdaságban marad. A maradék az eladott állatokkal, illetve termékeikkel, elhagyja a gazdaság területét. Az öntöző-, illetve csapadékvíz, amelyet a növények a talajból felvesznek, majd a légzés útján leadnak, az atmoszférán keresztül más helyre kerül, de végül a földfelszínre tér vissza (*Doreau és mtsai*, 2012). A vízhiány elsősorban nem attól függ, hogy milyen mennyiségű víz távozik az adott területről. Az evapotranszspiráció, amely a fő vízvesztési forrás, pozitívan függ össze a csapadékmennyiséggel. A csökkent növényi légzés csökkent fotoszintézissel és biomassa termeléssel

jár. A nem öntözött, termesztett takarmányok tehát nincsenek jelentős hatással a vízhiányra (Peters és mtsai, 2010).

A korábbi vizsgálatok során a számításokhoz nem a tényleges növényi vízhasználatot, hanem a potenciális vízhasználatot használták fel, következésképpen a virtuális vízfogyasztás korábbi metodika szerinti meghatározása nem ad elég információt ahhoz, hogy fenntarthatósági döntéseket lehessen rá alapozni (Doreau és mtsai, 2012; Gerbens-Leenes és mtsai, 2013). Mekonnen és Hoekstra (2010) mindazonáltal a virtuális vízfelhasználás meghatározásának metodikáját jelentősen javították: a takarmánynövények zöldvíz-, kékvíz- és szürkevízlábnymát egy, a tényleges növényi vízhasználatot meghatározó modell segítségével becsülték. Tanulmányukban továbbá – ellentétben számos korábbi közleménnyel – kifejezetten különbséget tettek a zöldvíz- és a kékvízlábnym komponens között, és figyelembe vették a szürkevízlábnym komponensét is. Definíció szerint a zöldvízlábnym az esővízfogyasztás, a kékvízlábnym a mesterségesen, a globális vízkészletből, a felszín alatti és fölötti forrásokból csatornázott vizek fogyasztása, a szürkevízlábnym pedig a keletkezett és felhasznált szennyezett vízmennyiség (Falkenmark, 2003; Doreau és mtsai, 2012; Szita, 2018). Ennek ismeretében, nem mindegy, hogy egy termék előállítása során melyik típusú vízből mennyi kerül felhasználásra.

Életciklus-értékelés (LCA, Life Cycle Assessment)

Az egyes termékek előállításához kapcsolódó környezeti hatások, így többek között a vízhasználat becslésére az utóbbi években egyre gyakrabban használják az életciklus-értékelést (International Organization for Standardization, 2006; Doreau és mtsai, 2012; Sala és Goralczyk, 2013). Az életciklus-értékelés nemzetközileg szabványosított megközelítés az áruk/szolgáltatások környezeti hatásainak felmérésére a nyersanyag-termeléstől a termék-előállításon át, egyes felfogások szerint a termék felhasználásáig, illetve ártalmatlanításáig. Az állattenyésztés vízfelhasználására vonatkozó életciklus alapú számítási modellek mindegyike beszámítja az öntözésre, itatásra, takarításra felhasznált vízmennyiséget, és figyelembe veszi a terület éghajlati, ökológiai adottságait is. Vannak olyan modellek is, amelyek a becslés során figyelembe veszik azt is, hogy a felhasznált víz egy része vissza is kerül ott helyben a gazdaság vízforgalmába (pl. bélsár és vizelet formájában). Doreau és mtsai (2012) mindazonáltal megállapítják, hogy az állattenyésztés vízhasználatának értékelésére kidolgozott számos LCA-metodika kisebb-nagyobb mértékben különbözik egymástól, a metodikai fejlesztések bizonyos mértékű összehangolása ellenére a modellek között fennállnak módszertani különbségek. A legtöbb mezőgazdasági témájú LCA-becslés elsősorban a kékvízfelhasználásra koncentrál, és kevés kivétellel a mezőgazdasági üzem kapujáig számol.

A marhahús-előállítás vízlábnyma a húsmarha-ágazatban

Egy korábbi tanulmány (Chapagain és Hoekstra, 2003) arra jutott, hogy 1 kg marhahús megtermeléséhez szükséges, a vágott testre számított virtuális vízmennyiség 8.000 l és 21.000 l között változik (világátlag 14.516 l). Hoekstra és Chapagain (2006) tanulmánya szerint globális átlagban 15.300 l vízfelhasználás történik 1 kg marhahús előállítása érdekében.

Mekonnen és Hoekstra (2010) továbbfejlesztett vízlábnyom-metodikával végzett számításai szerint a húsmarha ágazatban előállított marhahús vízlábnyoma globális átlagban 14.410 l/kg zöldvíz, 550 l/kg kékvíz-, és 451 l/kg szürkevíz.

Világszinten a mezőgazdaság a kékvízhasználat 70%-áért, a kékvíz- és zöldvízhasználat 86%-áért felelős. *Mekonnen és Hoekstra* (2010) közlése alapján az állattenyésztésre a mezőgazdaság teljes (virtuális) vízfelhasználásának 29%-a esik, ennek egyharmadát használja fel a húsmarhaágazat. Az 1 kg marhahús előállítására felhasznált kékvíz és szürkevíz a termelés módjától és intenzitásától függően a teljes vízlábnyom 2-7%-át, illetve 1-7%-át teszi ki.

Többen felhívják a figyelmet arra, hogy a helyi adottságok (például legelőn vagy iparszerűen tartott állomány, ökológiai adottságok, felhasznált takarmánytípusok) figyelembevétele elengedhetetlen a korrekt számítások elvégzéséhez. *Mekonnen és Hoekstra* (2010) számításaikban három, húsmarhatartással összefüggő, termelési módot különböztetnek meg: legeltetési, vegyes és intenzív/iparszerű rendszert. Amennyiben a legeltetési rendszer teljes vízlábnyomát tekintjük 100%-nak, számításaik alapján a vegyes rendszer 28%-kal, az iparszerű/intenzív rendszer 53%-kal kevesebb virtuális vizet használ fel: ez elsősorban a zöldvízlábnyom csökkenésére vezethető vissza. A vegyes és az intenzív/iparszerű rendszerben a kékvízfelhasználás 9%-kal, illetve 47%-kal magasabb, mint legeltetés esetén.

A termelés módjai és körülményei nyilvánvalóan függenek a régiós adottságoktól. Az, ami egy régióban szinte tökéletesen fenntartható rendszernek tekinthető, az egy másik területen már kevésbé működik (például egy mérsékelt száraz éghajlatú területen teljesen máshogyan épül fel egy fenntartható rendszer, mint a szubtrópusi klímaövezetben) (*Doreau és mtsai*, 2012; *Menendez és mtsai*, 2019). *Menendez és mtsai* (2019) az általuk fejlesztett matematikai becslő modellel a texasi húsmarha-állományokra vonatkozóan 71-73%-kal alacsonyabb vízfelhasználást számítottak, mint amennyi az USA-állomány átlagos (becsült) vízfelhasználási értéke.

A marhahús-előállítás vízigényének számításakor felmerülhet még aggályként, hogy nem mindig kizárólag a húsmarhával történő marhahústermelést veszik alapul, mivel a marhahús jelentős része számos országban a tejelő ágazatból kerül ki. Ebben az esetben viszont a vízfogyasztás jó része, a laktáció során, a tejtermelésre fordítódik (*Doreau és mtsai*, 2012), amit általában szintén nem vesznek figyelembe.

A szarvasmarha vízfogyasztása

A legeltetés sikere, a legelő szarvasmarhák zavartalan fejlődésének és termelésének fontos előfeltétele a folyamatos és egészséges ivóvízellátás. Szélsőségesen meleg időjárási viszonyok között ennek különösen nagy a jelentősége (*Wagner és Engle*, 2021).

Az ivóvíz a termelés egyik alapfeltétele, legalább olyan fontos, mint a takarmány. A víz az ásványi és szerves sók oldószere, amelyekkel oldatokat vagy szuszpenziókat képez, s ezeket a vér eljuttatja az egész szervezetbe. A víz a szervezetben lezajló lebontó folyamatokból származó anyagoknak is oldószere, amelyeket a véredények útján a szervekbe szállít. Hővezető képességénél fogva az állati szervezet hőszabályzója is, segít a hőfölség elszállításában és eltá-

volításában, az izzadás és a légzés útján. A víz közrejátszik számos hidrolízises vegyi folyamatban, amely a táplálóanyagok emésztését segíti elő az oxidációs és redukciós folyamatokban és a sejtlégzésben. Közvetlenül részt vesz továbbá a tej és más állati eredetű termékek képződésében. A víz segítségével ürül ki a szervezetből a disszimilációs termékek jó része, valamint a szervezetbe kerülő vagy ott termelődött toxinok is (Petersen és mtsai, 2016; Wagner és Engle, 2021).

Az állatok vízszükségletük nagyobb részét az ivóvízzel, kisebb részét pedig a takarmányokban lévő vízzel fedezik (Steffler, 2007; Wagner és Engle, 2021). Az állatok a vízfogyasztás korlátozását nehezebben viselik el, mint a takarmányét. Ismeretes, hogy a szomjazó állat teljesítménye romlik; amennyiben szervezete víztartalmának 10%-át elveszíti, megbetegszik, ha 20%-át veszíti el, akkor elpusztul.

A szarvasmarháknak a nagy mennyiségű tömegtakarmány felvételéhez jó étvágyra van szükségük, ehhez pedig elengedhetetlen a megfelelő mennyiségű és minőségű ivóvíz. A jó ivóvíz hőfoka 8-15 °C, színtelen, szagtalan, nem zavaros, kellemes ízű, valamint nem tartalmaz egészségre káros szerves és szervetlen anyagokat, valamint fertőző kórokozókat (tüdő-, gyomor- és bélférgességet, orsóférgességet, májmételet okozó parazitákat, patogén (pl. *E. coli*) baktériumokat) (Morgan, 2011; Wagner és Engle, 2021).

Egy kifejlett szarvasmarha minimális napi vízigénye 50-70 liter, a növekvő marháké 20-25 liter, egyes közlések szerint 30-40 liter is lehet, míg a borjaké 10-20 liter, azonban a vízszükségletüket számos tényező befolyásolja (Steffler, 2007; Wagner és Engle, 2021). Az is köztudott, hogy a szarvasmarha naponta 2-6 alkalommal iszik (Wagner és Engle, 2021).

Az 500 kg-os állategységre vonatkoztatott napi szükséges vízmennyiség 55 liter, amit 43 kg átlagos víztartalmú zöldtakarmány etetésével – vegetációs vízzel (27-30 liter) –, továbbá 25-28 liter ivóvízzel lehet biztosítani. Legelő állomány esetében a gyepnövényzeten – különösen a hajnali órákban – található felületi víz (harmat) is jelentősen hozzájárul az állatok vízszükségletének kielégítéséhez (Steffler, 2007; Wagner és Engle, 2021).

A szarvasmarha 1 kg szárazanyagra számítva 4-6 liter vizet fogyaszt (Steffler, 2007; Morgan, 2011; Doreau és mtsai, 2012; Wagner és Engle, 2021), de ez trópusi körülmények között akár 50%-kal is több lehet (Doreau és mtsai, 2012). A táplálóanyagok átalakulásakor a szervezetben is keletkezik kisebb mennyiségű víz (anyagcserevíz), ez azonban igen kismértékben játszik szerepet az állatok vízigényének fedezésében.

Az állat szomjúságérzete függ a szájüreg-nyálkahártya érsűrűségétől, a bél-sárral, vizelettel, légzéssel, izzadással, tejtermeléssel veszített folyadékmennyiségtől, amelyeket természetesen nagyban befolyásol a takarmány minősége, nedvességtartalma (Wagner és Engle, 2021).

A szarvasmarha vízszükségletét befolyásolja az állat életkora, a testsúlya, a termelés színvonala, a biológiai és egészségi állapota, továbbá a környezeti tényezők (hőmérséklet, relatív páratartalom, légmozgás, sugárzási viszonyok), a legelőfű mennyisége és szárazanyag-tartalma, valamint az elhelyezés módja is (pl. egyedsűrűség) (Rouda és mtsai, 1994; Steffler, 2007; Halász és Nagy, 2012; Wagner és Engle, 2021).

A szarvasmarha vízvesztése

A szarvasmarha vizelettel, bélsárral, légzéssel, izzadással és a laktáció időszakában a tejtermeléssel veszíthet sok vizet (Howard és mtsai, 2020; Wagner és Engle, 2021).

Légzés és izzadás

A testfelületen keresztül történő vízvesztés függ az állatok testméretétől és az abiotikus tényezőktől (pl. hőmérséklet, relatív páratartalom, légmozgás, sugárzási viszonyok) (Howard és mtsai, 2020).

Hőstressz esetén a szarvasmarhák szervezete különböző hőleadó mechanizmusokat aktivál, ami számos élettani és viselkedésbeli reakció megváltozásában jut kifejezésre, többek között a fokozott izzadás, valamint a magas légzésszám és zihálás révén (Finch és mtsai, 1982; Hansen, 2004; Islam, 2021). Szarvasmarhák esetében 60-80 percenkénti légzésszám már a hőstressz jele. Nagyon meleg időjárás esetén 150-nél is nagyobb percenkénti légzésszám figyelhető meg náluk, bár a határértékek a genotípustól és az egyéni variabilitástól függően is változnak (Brown-Brandl és mtsai, 2006).

A hőstresszre adott fokozott izzadás és légzésszám *Bos indicus* szarvasmarhák esetében 8 °C-kal magasabb hőmérsékleten jelenik meg, mint *Bos taurus* szarvasmarhák esetében, ami arra utal, hogy a *Bos indicus* marháknak jobb a hőtűrő képessége (Blackshaw és Blackshaw, 1994). Da Silva és mtsai (2012) arról számolnak be, hogy tehenek esetében, a bőrön keresztüli és a légzés általi párolgásos hőleadás magasabb a félszáraz éghajlatú területen (117,2 W/m²), mint a szubtrópusi régióban (44,0 W/m²). A szarvasmarhák szőrszíne is jelentős befolyást gyakorol a párolgásos hőleadás mértékére (da Silva és mtsai, 2012), ezáltal a hőstresszt kivédő képességükre (Brown-Brandl és mtsai, 2006). Da Silva és mtsai (2012) kimutatták, hogy a félszáraz éghajlatú régióban, a sötét színű tehenek esetében magasabb volt a szőrrel fedett testfelszín hőmérséklete (41,7 °C) és a bőrön keresztüli párolgásos hőleadás értéke is (117,2 W/m²), mint a világos színű egyedek esetében (37,2 °C és 106,7 W/m²).

Több vizsgálatban megállapították, hogy hőstressz esetén a tehenek a szokásosnál sűrűbben keresik fel az itatót és több vizet isznak, hogy ellensúlyozzák a párolgásos vízveszteségüket (Brown-Brandl és mtsai, 2006; Bak és Pazsiczki, 2008). A tehenek fokozott izzadását – a magas hőmérsékleten kívül – előidézheti stressz, betegség, rossz minőségű takarmány vagy mérgezés is.

Tejtermelés

A húshasznú tehenek (anyatehenek) napi tejtermelése a szoptatás időszaka alatt, (fajtától, laktáció számától és szakaszától, életkortól és takarmányozástól függően) átlagosan 5-6 liter (legkisebb tejtermelés alig 3 liter, míg a legnagyobbak 10 liter felettiek) (Wagenhoffer, 2001), amelynek legnagyobb része (87,3-87,5%-a) víz, leszámítva a főcstejes időszakot, amikor nagyobb a tej szárazanyagtartalma. Az 1. táblázat néhány húsmarhafajta átlagos laktációs tejtermelését mutatja be.

1. táblázat

Néhány húshasznú tehén átlagos laktációs tejtermelése

Fajta(1)	Laktáció hossza (nap)(2)	Tejtermelés (kg)(3)
Angus	200	1700-1800
Red angus	180	1500-1600
Red angus x magyar tarka	180	1550-1650
Charolais	200	1150-1250
Hereford	200	800-900

Forrás: Zándoki és mtsai (2004)

Table 1. Lactation milk production of different breeds of beef cows

breed (1); length of lactation (2); milk production (3)

Vizelet és bélsár

Egy szarvasmarha naponta átlagosan 20-30 kg bélsarat és 10-15 liter vizeletet ürít (Nyiri, 1993). Gaál (1999) szerint a szarvasmarha napi vizeletürítése 20-40 ml/ testsúly kg. Haynes és Williams (1993), valamint Nguyen és Goh (1994) is vizsgálta az anyatehenek vizelet és bélsár termelését. Eredményeiket a 2. táblázat tartalmazza. Holmes (1989) vizsgálatai szerint a szarvasmarha napi vizelet és bélsár mennyisége átlagosan 3,5 m² legelőterületet borít be.

2. táblázat

A szarvasmarha napi vizelet és bélsár termelésének átlagos jellemzői

	Mennyisége (1)	Napi ürítés száma (2)	Ürítés által borított felszín (m ²) (3)	Ürítés hatása (m ²) (4)
Vizelet, l (5)	12-34	8-12	0,16-0,50	0,5-2,5
Bélsár, kg szárazanyag (6)	2,7-5,9	11-16	0,05-0,09	0,25-0,54

Forrás: Nguyen és Goh (1994)

Table 2. Daily urine and faeces production of cattle

amount (1); number of defecations/urinations per day (2); covered surface, m² (3); effect of defecation/urination (4); urine, l (5); faeces, kg dry matter (6)

A vizelet és bélsár ürítések száma a legelt fű szárazanyagtartalmával van szoros összefüggésben. A szarvasmarhák mozgása is befolyásolja az ürítések számát, mivel a gyakrabban mozgatott egyedek sűrűbben ürítenek (Haraszti, 1977). A vizelet és a bélsár összetételét befolyásolja az állat fajtája, kora, egészségi állapota, valamint a takarmány minősége és mennyisége. A vizelet tartalmazza a kálium nagy részét (3. és 4. táblázat).

A bélsár a nitrogén-, foszfor- és káliumvegyületeket nehezebben bomló, lassabban ható vegyületek formájában tartalmazza. Laza talajon ezért igen jó hatású (Nyiri, 1993). Újabb számítások szerint egy anyatehén és borja a vizelettel és a bélsárral együtt 88-114 kg nitrogént, 12-15 kg foszfort és 86-107 kg káliumot választ ki évente (DLG, 2014).

3. táblázat

A szarvasmarha vizelet és bélsár összetétele (%)

	Nedvesség (1)	Szerves anyag (2)	N (3)	P (4)	K (5)
Vizelet (6)	90-93	3-6	0,60-1,0	0,10-0,15	1,0-1,5
Bélsár (7)	80-85	13-18	0,25-0,60	0,15-0,30	0,10-0,20

Forrás: Nyíri (1993)

Table 3. Composition of cattle urine and faeces (%)

moisture (1); organic matter (2); nitrogen (3); phosphorus (4); potassium (5); urine (6); faeces (7)

4. táblázat

A szarvasmarha vizelet és bélsár NPK-tartalma

	N	P	K
Vizelet (1)	g/liter		
	7,7-10,8	0,19-0,34	7,47-9,5
Bélsár (2)	% szárazanyagra vetítve (3)		
	2,53-2,92	0,7-1,2	0,73-0,84

Forrás: Whitehead (2000)

Table 4. NPK content of cattle urine and faeces

urine (1); faeces (2); percentage in dry matter (3)

A szarvasmarha vizeletének és bélsárának kémhatása nem állandó érték, de általánosságban a friss marhavizelet enyhén lúgos (pH= 7,8) (Cookson és Cornforth, 2002), míg a bélsár semleges kémhatású (pH= 6,4-7,3) (Cook és mtsai, 1996).

A húsmarhatartás hatása a legelő/gyep ökoszisztémákra

Legeltetés esetén az elfogyasztott fűmennyiség tápanyagtartalmának (N, P és K) jelentős része vizelet és bélsár formájában visszakerül a talajba. Az állatok ürítése azonban egyenetlenül történik, mintázatot kialakítva jelenik meg a legelőn. Ez a mozaikosság az évek alatt folyamatosan változik, és hosszú távon egy térbeli egyenletességhez közelít (Czeplédi és mtsai, 2001).

A bélsár és a vizelet területi eloszlását leginkább a területegységre jutó állatlétszám befolyásolhatja (Monteath és mtsai, 1977). Williams és Haynes (1995) becslése szerint 3 tehén/ha állatsűrűség esetén évente a legelőterület 6%-a borított vizelettel és bélsárral. A vizelet és bélsár tápanyagtartalma ugyanakkor ennél nagyobb területen fejti ki hatását. Egy adott tápelem, adott területre kifejtett hatása attól függ, hogy azt a vizelet vagy a bélsár tartalmazza-e nagyobb mennyiségben. A foszfor és a kétértékű kationok nagy része a bélsárral ürül a szervezetből, míg a nitrogén és egyértékű kationok főként a vizelettel (Whitehead, 2000).

A közvélemény számára kevésbé ismert tény, hogy a szarvasmarhák, különösen a húsmarhák legeltetése hozzájárul a gyepterületek, a tájkép megőrzéséhez, a biológiai sokféleség fenntartásához, a természet- és tájvédelmi területek kezeléséhez, az évszázados legelő-ökoszisztémák ápolásához. A legelők, gyepek a

légkör szén-dioxid tartalmának megkötésében is jelentős szerepet töltenek be. Jelenlegi mennyiségükben és állapotukban a világ szén-dioxid termelésének körülbelül 4 %-át képesek megkötni (Fóti, 2009; Nagy, 2010; Tóth, 2011; Bakó, 2018; Zhao és mtsai, 2018; Xia és mtsai, 2021), amely szakszerű gyephasználattal tovább növelhető, ezzel pedig a klímaváltozás mérséklésében is fontos szerepe lehet a legeltetési húsmarhatartásnak.

A marhahús-előállítás vízfelhasználásának csökkentési lehetőségei

Az állattenyésztés vízlábnyomának csökkentésében a legnagyobb potenciál a takarmánytermesztés hatékonyságának növelésében van. A kékvízfelhasználás csökkentése kivitelezhető az öntözési növénytermesztés hatékonyságának javításával. Az öntözővíz mennyisége csökkenthető a hatékonyság növelésével, az új technológiai megoldások alkalmazásával (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2003, 2006; Doreau és mtsai, 2012). Használhatók rövidebb tenyészedejű, illetve szárazságtűrő takarmánynövény fajok és fajták.

Kisebb mértékben az állatok által elfogyasztott ivóvíz mennyiségének mérséklésével is csökkenthető a húsmarhatartás vízlábnyoma. A tartástechnológia javítása (hőstressz elleni védelem, pl. árnyékolás, hűtés, a telepek és legelők mikroklímájának javítása erdősítéssel) alkalmas lehet a takarmányértékesítés javítására és a többlet vízfelvétel mérséklésére (Morand-Fehr és Doreau, 2011). A takarmányhasznosító képesség javításával, a termelés intenzitásának növelésével csökken az egységnyi termékre (1 kg marhahús) vonatkoztatott takarmányfelvétel, ezzel együtt a marhahús-előállítás vízlábnyoma is (Mekonnen és Hoekstra, 2010).

KÖVETKEZTETÉSEK

A szakirodalomban fellelhető, 1 kg marhahús előállításához szükséges vízszükséglet becslő adatai több nagyságrenddel (25-200000 l/kg) eltérnek. A nagy eltérések alapvetően a becslési módszerek különbözőségéből adódnak.

Alapvetően két fő számítási, becslési módot alkalmaznak: a virtuális vízfogyasztás becslést, illetve az életciklus alapú vízfogyasztás értékelést. Az egyes becslési módokban más-más típusú vizek felhasználásával számolnak.

Az is hozzájárul a közölt adatok nagy eltéréséhez, hogy meddig követik a marhahús, illetve a termék útját: addig, amíg a húsmarha elhagyja a gazdaságot, vagy a modell követi a marhahús mint termék további útját a fogyasztókhoz is.

Eltérést eredményez az is, hogy vannak olyan modellek, amelyek a becslés során figyelembe veszik azt is, hogy a felhasznált víz egy része vissza is kerül helyben a gazdaság vízforgalmába.

A marhahús-előállítás vízszükségletének pontos értékeléséhez szükséges az ezzel foglalkozó módszertan és nomenklátúra egységesítése. További fontos szempont, hogy a döntéshozók a szakirodalomban közölt adatok értelmezése során mindig mérlegeljék az adatok kiszámításához használt metodika sajátosságait.

A marhahús-előállítással összefüggő környezeti problémák (ammónia-, üvegházhatású gázemissziók, vízlábnyom) értékelésénél, megítélésénél célszerű lenne figyelembe venni a húsmarhatartás, elsősorban a legeltetés pozitív környezeti ha-

tásait is, valamint azt a tényt, hogy húsmarhával és egyéb kérődzőkkel a feltétlen legelőterületek is hasznosíthatók. A húsmarhák szakszerű legeltetési tartása segíti a gyepterületek talajainak megóvását (erózió és defláció elleni védelem), a tájkép megőrzését, a biológiai sokféleség fenntartását, a természet- és tájvédelmi területek kezelését, valamint jelentős szerepet tölt be a talaj szervesanyag-tartalmának növelésében, ezáltal a légkör szén-dioxid tartalmának megkötésében.

A húsmarhatartás (marhahús-előállítás) vízlábnyomának becslésénél figyelembe kell venni az eltérő körülmények között zajló termelési módok változatosságát. Az optimális, fenntartható termelési mód és intenzitás régióként eltérő lehet.

A húsmarhatartás (marhahús-előállítás) vízszükséglete csökkenthető rövidebb tenyészidejű, illetve szárazságtűrő takarmánynövény fajok és fajták használatával, természetével, az öntözés hatékonyságának növelésével, jobb takarmányértékesítésű és hőstresszre kevésbé érzékeny húsmarhafajták nemesítésével, forró éghajlatú területeken különböző tartástechnológiák klímavédelmi szempontok alapján történő optimalizálásával.

IRODALOMJEGYZÉK

- Allan, J. A. T. (2003): Virtual water – the water, food, and trade nexus useful concept or misleading metaphor? IWRA, Water Intern., 28. 4–11.
- Bak, J. – Pazsiczki, I. (2008): Tehénfedéses hőstresszmérséklés, módszerek, hatékonyság. Anim. Welfare Etol. Tartástechn., 4. 69–77.
- Bakó, G. (2018): Az erdők és a gyepterületek klímaszerepe. <https://ng.24.hu/fold/2018/02/05/az-erdok-es-a-gyepteruletek-klimaszerepe/> (Letöltés dátuma: 2023.09.07). 33.
- Bonny, S. P. B. – Gardner, E. G. – Pethick, D. W. – Hockuette, J. F. (2017): Artificial meat and the future of the meat industry. Anim. Prod. Sci., 57. 11.
- Blackshaw, J. K. – Blackshaw, A. W. (1994): Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: A review. Aust. J. Exp. Agric., 34. 285–295.
- Brown-Brandl, T. M. – Nienaber, J. A. – Eigenberg, R. A. – Mader, T. L. – Morrow, J. L. – Dailey, J. W. (2006): Comparison of heat tolerance of feedlot heifers of different breeds. Livest. Sci., 105. 19–26.
- Chapagain, A. K. – Hoekstra, A. Y. (2003): Virtual waterflows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Value of Water Research Report Series No. 13, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report13.pdf>. 53 p. + Appendix. (Letöltés dátuma: 2022.10.16.)
- Chikán, A. (2018): Enni vagy nem enni? Nagy számok és egy kis igazság a húsfogyasztásról és a klímaváltozásról. <https://chikansplanet.blog.hu/2018/w48> (Letöltés dátuma: 2022.10.18.)
- Cook, F. D. – Dadour, I. R. – Ali, D. N. (1996): Effect of diet on the excretion profile of ivermectin in cattle faeces. Int. J. Parasit., 26. 291–295.
- Cookson, W. R. – Cornforth, I. S. (2002): Dicyandiamide slows nitrification in dairy cattle urine patches: effects on soil solution composition, soil pH and pasture yield. Soil Biol. Biochem., 34. 1461–1465.
- Czeglédi, L. – Béri, B. – Kátai, J. (2001): The effects on grazing on pasture lands in protected areas. 52nd Conference of European Association for Animal Production. Budapest. 234.
- da Silva, R. G. – Campos Maia, A. S. – de Macedo Costa, L. L. – Fernandes de Queiroz, J. P. A. (2012): Latent heat loss of dairy cows in an equatorial semi-arid environment. Int. J. Biometeorol., 56. 927–932.

- DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. 2. Aufl. (Erarbeitet von: Hiller, P. - Lindenmayer, H. - Lüpping, W. - Meyer, A. - Pohl, C. - Pries, M. - Schenkel, H. - Spiekers, H. - Stalljohann, G. - Staudacher, W.) Arbeiten der DLG, Bd. 199. ISBN:978-3-7690-3166-9. 120.
- Doreau, M. – Corson, M. S. – Wiedemann, S. G. (2012): Water use by livestock: A global perspective for a regional issue? *Animal Frontiers*, 2. 2. 9–16.
- Eshel, G. – Shepon, A. (2014): Land, irrigation water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States. *PNAS* 111. 11996–12001.
- Falkenmark, M. (2003): Water cycle and people: Water for feeding humanity. *Land Use Water Resour. Res.* 3.1–3.4
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2009): The State of Food and Agriculture. Livestock in the Balance. FAO, Rome, Italy.
- Finch, V. A. – Bennett, I. L. – Holmes, C. R. (1982): Sweating response in cattle and its relation to rectal temperature, tolerance of sun and metabolic rate. *J. Agric. Sci.*, 99. 479–487.
- Fóti, Sz. (2009): Gyepék CO₂-gázcseréjének finomléptékű térbeli változékonysága és mintázata. Disszertáció. SZIE, Mezőgazdaság és Környezettudományi Kar, Növényteni és Ökofiziológiai Intézet. Gödöllő. 145.
- Gaál, T. (1999): Vizeletvizsgálat és veseműködés vizsgálata. In: Gaál T. (szerk.): Állatorvosi klinikai laboratóriumi diagnosztika. Sík Kiadó, Budapest. 199–239.
- Gerbens-Leenes, P. W. – Mekonnen, M. M. – Hoekstra, A. Y. (2013): The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in different countries and production systems. *Water Res. Industry*, 1-2. 25–36.
- Halász, A. – Nagy, G. (2012): A legelő szarvasmarha viselkedés-kutatásának módszertani kérdései. *Acta Agraria Debreceniensis*, 48. 31–35.
- Hansen, P. J. (2004): Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Anim. Reprod. Sci.*, 82-83. 349–360.
- Haraszti, E. (1977): Az állat és a legelő. 2. kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Haynes, R. J. – Williams, P. H. (1993): Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Adv. in Agronomy*, 49. 119–199.
- He, J. – Zhao, Y. – Jin, X. – Fang, Y. (2021): Material perspective on the structural design of artificial meat. *Advanced Sustainable Systems*, 5. 8. 2100017
- Hoekstra, A. Y. – Chapagain, A. K. (2006): Waterfootprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resour. Manage.*, 21. 35–48.
- Howard, J. M. – Griffis, H. B. – Westendorf, R. – Williams, J. B. (2020): The influence of size and abiotic factors on cutaneous water loss. *Adv. Physiol. Educ.*, 44. 387–393.
- Islam, A. (2021): Monitoring and mitigating heatstress in cattle. The University of Sydney, Faculty of Science, School of Life and Environmental Sciences, Livestock Production and Welfare Group. 208 p.
- International Organization for Standardization (ISO). 2006. ISO 14044: Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework. ISO, Geneva, Switzerland.
- Joshi, V. K. – Kumar, S. (2015): Meat Analogues: Plant based alternatives to meat products – A review. *Int. J. Food. Ferment. Technol.*, 5. 107–119.
- Lynch, J. – Cain, M. – Frame, D. – Pierrehumbert, R. (2021): Agriculture' s contribution to climate change and role in mitigation is distinct from predominantly fossil CO₂-emitting sectors. *Frontiers in Sust. Food Sys.*, 4. 300.
- Mancini, M. C. – Antonioli, F. (2021): The future of cultured meat between sustainability expectations and socio-economic challenges. In: *Future Foods. Global Trends, Opportunities, and Sustainability Challenges*. 331–350.

- Mekonnen, M. M. – Hoekstra, A. Y. (2010): The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products Vol.1. Main Report. UNESCO- IHE, Delft, the Netherlands. [http://waterfootprint.org/media/downloads/Report 48 Water Footprint Animal Products Vol. 1.pdf](http://waterfootprint.org/media/downloads/Report_48_Water_Footprint_Animal_Products_Vol._1.pdf) (Letöltés dátuma: 2022.10.08.)
- Menendez, H. – Turner, B. L. – Tedeschi, L. (2019): A modeling framework to assess the impact of the texas beef cattle water footprint on livestock sustainability. *J. Anim. Sci.*, 97. 147–149.
- Monteath, M. A. – Johnstone, P. D. – Boswell, C. C. (1977): Effects of animal on pasture production I.: Pasture productivity from beef cattle and sheep farmlets. *New Zealand J. Agric. Res.*, 20. 23–30.
- Morgan, S. E. (2011): Water quality for cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, 27. 285–295.
- Nagy, Z. (2010): Fűves ökoszisztémák CO₂-forgalma. MTA Doktori értekezés. Gödöllő. 113.
- Nguyen, M. L. – Goh, K. M. (1994): An overview of the New Zealand S-cycling model for recommending S-requirements in grazed pastures. *New Zealand J. Agric. Res.*, 36. 474–491.
- Nyíri, L. (szerk, 1993): Földművelés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Peters, G. M. – Wiedemann, S. G. – Rowley, H. W. – Tucker, R. W. (2010): Accounting for water use in Australian red meat production. *Int. J. Life Cycle Assess.*, 15. 311–320.
- Petersen, M. K. – Muscha, J. M. – Mulliniks, J. T. – Roberts, A. J. (2016): Water temperature impacts water consumption by range cattle in winter. *J. Anim. Sci.*, 94. 4297–4306.
- Pimentel, D. – Houser, J. – Preiss, E. – White, O. – Fang, H. – Mesnick, L. – Barsky, T. – Tariche, S. – Schreck, J. – Alpert, S. (1997): Water resources: Agriculture, the environment, and society. An assessment of the status of water resources. *Bioscience*, 47. 97–106.
- Pradeepika, C. – Krishnakumar, T. – Sajeew, M. S. – Moorthy, S. N. (2021): Novel plant-based meat analogues. *Kerala Karshakane-journal*, 2021. 12. 31–36.
- Ridoutt, B. G. – Sanguansri, P. – Freer, M. – Harper, G. (2012): Water footprint of livestock: Comparison of six geographically defined beef production systems. *Int. J. Life Cycle Assess.*, 17. 165–175.
- Rouda, R. R. – Andersson, D. M. – Wallace, J. D. – Murray, L. V. (1994): Free-ranging cattle water consumption in southcentral New Mexico. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 39. 29–38.
- Sala, S. – Goralczyk, M. (2013): Chemical footprint: A methodological framework for bridging life cycle assessment and planetary boundaries for chemical pollution. *Integr. Environ. Assess. Manag.*, 9. 623–632.
- Steffler, J. (2007): A legelő szarvasmarhák ivóvíz-ellátásának lehetőségei. *Agronapló*, 06-07. 101–102. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2007/06-07/tartastechnologia/a-legelo-szarvasmarhak-ivoviz-ellatasanak-lehetosegei> (Letöltés dátuma: 2022.10.16.)
- Szita, K. (2019): Amit a lábnymok üzennek nekünk. Available from: https://www.researchgate.net/publication/322251294_Amit_a_labnyomok_uzennek_nekunk (Letöltés dátuma: 2022.10.16)
- Thompson, P. (2014): Artificial Meat. In: *Sandler, R. L.* (eds): *Ethics and Emerging Technologies*. Palgrave Macmillan, London. Doi:10.1057/9781137349088_34. 516–530.
- Tóth, E. (2011): Talaj szén-dioxid emissziójának mérése eltérő talajhasználati rendszerekben. Diszsertáció, Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék, Budapest. 136.
- Wagenhoffer, Zs. (2001): Fajtatizta fehér-kék belga szarvasmarha populációk vizsgálat. Disszertáció. Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Állattudományi Intézet, Állattenyésztési Tanszék, Keszthely. 132 p.
- Wagner, J. – Engle, T. (2021): Invited Review: Water consumption, and drinking behavior of beef cattle, and effects of water quality. *Appl. Anim. Sci.*, 37. 418–435.
- Whitehead, D. C. (2000): Nutrient elements in grassland. CABI Publishing. UK. 1–369.
- Williams, P. H. – Haynes, R. J. (1995): Effect of sheep, deer and cattle dung on herbage production and soil nutrient content. *Grass Forage Sci.*, 50. 263–271.
- Xia, W. – Bowatte, S. – Ja, Z. – Newton, P. (2021): Offsetting N₂O emissions through nitrifying CO₂ fixation in grassland soil. *Soil Biol. Biochem.*, 165. 108528.

- Zándoki, R. – Csapó, J. –Tózsér, J. (2004): Húshasznú anyatehenek tejtermelő képessége 2. Tejhozam, kolosztrum összetétele. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 8. 2. 1–10.
- Zhao, K. – Kong, W. – Wang, F. – Dong, X. (2018): Desert and steppe soils exhibit lower autotrophic microbial abundance but higher atmospheric CO₂ fixation capacity than meadow soils. *Soil Biol. Biochem.*, 127. 230-238.

Érkezett: 2022. augusztus

A szerzők címe: Póti P. – Kosztolányiné Sz. A. – Vertséné Z. R. – Pajor F. – Borka Gy.
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,
Állattenyésztési Tudományok Intézet

Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,
Institute of Animal Sciences
H-2100 Gödöllő, Páter K. 1.
poti.peter@uni-mate.hu