

**Evaluation of water
requirements
of cattle
Literature review**

J. Tózsér¹

A. Kosztolányiné Szentléleki²

R. Vertséné Zándoki²

D. Mezőszentgyörgyi²

1. Széchenyi István Egyetem, Albert
Kázmér Mosonmagyaróvári Kar,
Állattudományi Tanszék, H-9200
Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

*e-mail: tozjanos@gmail.com

2. Magyar Agrár- és Élettudományi
Egyetem, Állattenyésztési
Tudományok Intézet Szent István
Campus, Gödöllő,

A szarvasmarhák vízigényének értékelése

Irodalmi összefoglaló

**Tózsér János¹, Kosztolányiné Szentléleki Andrea², Vertséné Zándoki Rita²,
Mezőszentgyörgyi Dávid²**

ÖSSZEFOGLALÁS

A szarvasmarhák vízigényével foglalkozó szakirodalmak áttekintése mindenképp aktuális napjainkban, mert a klímaváltozás kétségtelenül létezik. A társadalmat egyre jobban foglalkoztatja a termékek „vízlábnymának” kérdése. Tanulmányukban a szerzők röviden taglalják a víz mint táplálóanyag szerepét. Számos tanulmány alapján bemutatják a szarvasmarhák vízigényét befolyásoló tényezőket, különös tekintettel a környezeti hőmérsékletre és az ivóvíz hőmérsékletére. Részletesen elemezik a vízminőség kérdésének szakmai álláspontjait, kiemelve a vízminőségindex számítását, valamint a vízfogyasztás becslését és műszeres mérését is. Végezetül a víztisztítás lehetőségeit is értékeli.

SUMMARY

Due to the proven existence of climatic changes, a review on water needs of cattle is doubtlessly important. People increasingly like to be aware of the water footprint of different products. In this study, authors briefly surveyed the role of drinking water as a nutrient of cattle. Based on several international results, factors affecting water consumption of cattle – especially air and water temperature – were presented. Water quality aspects, including calculation method of water quality index, were also discussed. Estimation (regression equations) and instrumental measurement possibilities (digital systems) for water consumption of cattle were also presented, as well as several purification methods. As it was concluded, water is inevitably important in health status, welfare and thus, production of cattle. Professional literatures provide several data on the nutritional value of water. However, further comprehensive investigation would be worth to be carried out to collect exact information on water losses of cattle under different conditions. Effect of air and water temperature on water intake is well documented internationally, domestic research under Hungarian climate conditions could be helpful to breeders, as well as the development of a national water quality index. Digitalization can be a great support in collecting accurate data on feed and water intake of cattle under different conditions. Since clear water is not present in an unlimited amount, application and development of different purifying methods and technologies is of great importance, as well as inventing new possibilities for it.

SZARVASMARHA

A víz a legnagyobb mennyiségben előforduló anyag az állatok szervezetében [1]. Vízre van szükség a szarvasmarhák szervezetének normális működéséhez, így pl. a testhőmérséklet szabályozásához, a növekedéséhez, a szaporodásához, a tejtermeléshez, az emésztéshez, a tápanyag-felhasználáshoz, az ásványianyag-egyensúly fenntartásához, a testnedvek pH-puffereléséhez, a salaktalanításhoz, az ízületek működéséhez, az idegrendszeri „párnázáshoz”, a halláshoz és látáshoz [1, 2]. Számos biokémiai folyamatban vesz részt a szervezetben, mint pl. oxidatív foszforiláció, peptidkötések létrejötte, enzimaktivitás [3].

A víz a legnagyobb mennyiségben előforduló anyag a szarvasmarhák szervezetében

A tejelő szarvasmarhák testtömegének 56–81%-a víz

A víz forráspontja, olvadáshője, hőkapacitása, dielektromos állandója, elektromos vezetőképessége, és felületi feszültsége nagy [4]. A magas forráspont lehetővé teszi nagy mennyiségű hő leadását a környezetbe, csekély mennyiségi veszteség mellett. A magas olvadáshő védelmet jelent a fagyás ellen, a kristályképződéshez szükséges extra hővesztés szükségessége miatt. A hőstabilitás a nagy hőkapacitás eredménye. A szarvasmarháknak viszonylag nagy mennyiségű hőfelvételre van szükség a testhőmérséklet megváltozásához [5]. Hidegstressz esetén a test víztartalmának nagy hőkapacitása szigetelésként szolgál a test hőmennyiségének megtartásához [1]. A víz dielektromos állandója nagy, mert poláros, de nemionos molekula, emiatt kiváló oldószer is. A víz kis viszkozitása miatt más folyadékokhoz képest kifejezetten alkalmas vivőanyag a metabolitok keringési rendszerben történő szállítására. Segíti az oldott anyagok diffúzióját [4].

A tejelő szarvasmarhák testtömegének 56–81%-a víz. Szárazon álló, kövér tehének víztartalma jelentősen kisebb, mint a tejtermelőké [6–8]. Az életkor is befolyásolja: a fiatal szarvasmarhák testének víztartalma nagyobb az idősekhez képest [9]. A különböző szövetek víztartalma is eltérő, bár legtöbbjük 70–80% vizet tartalmazk – kivétel ez alól a csontok (a csontvelőt is beleértve), ill. a zsírszövet – ezek víztartalma csak 20% körüli [10].

A SZARVASMARHA VÍZIGÉNYE

A szarvasmarhák vízigénye és -fogyasztása számos tényezőtől függ

A szarvasmarhák vízigénye és -fogyasztása számos tényezőtől függ, beleértve a levegő hőmérsékletét, páratartalmát, az ivóvízhőmérsékletet, a szarvasmarha tejtermelését, vemhességi állapotát, fizikai aktivitását, növekedési ütemét, testméretét, fajtáját, a fogyasztott takarmány típusát, a takarmány nedvességtartalmát, sóbevitelt és a szárazanyag-bevitelt [1, 11]. Közismert, hogy a szarvasmarhák kis párolgási vesztesége párás körülmények között némileg csökkentheti a vízfelvételi igényt. A sok fehérjét, sót, ásványi anyagokat vagy vízajtó jellegű anyagokat tartalmazó takarmányok (pl. vöröshere) fokozzák a vizeletürítést, növelhetik a szarvasmarhák vízszükségletét.

A szarvasmarhák többféleképpen *vehetnek fel* vizet:

- ivóvíz
- takarmány víztartalma
- oxidációs víz: az állat a takarmány lipidjeinek, fehérjeinek, szénhidrátjainak oxidációjából is jut vízhez, ez azonban elenyésző mennyiség az összes vízfelvételhez viszonyítva [1].

A szarvasmarhák szintén különféle folyamatok során *veszítenek* vizet [11–13]:

- tejjel: mivel a tejnek átlagosan 87%-a víz, a leadott tej mennyisége nagyban meghatározza a vízvesztést, s így a vízfelvételt is.
- vizelettel: PAQUAY és mtsai tapasztalatai szerint 15 kg/nap átlagos tejtermelés esetén a tehének 5–34 liter (átlagosan 16 liter) vizeletet ürítettek [14]. GAÁL szerint a szarvasmarha napi vizeletürítése: 20–40 ml/ttkg. Így napi 25 kg vizeletürítés nem meglepő a nagytermelésű tehének esetében [15].

**A tejelő szarvasmarhák
átlagosan
napi 17 kg vizet
veszítnek bélsárral**

- ürülékkel: NYÍRI vizsgálataiban a tehenek naponta 20–30 kg bélsarat ürítettek [16]. PAQUAY és mtsainak eredményei szerint ürülékkel a tejelő szarvasmarhák átlagosan napi 17 kg vizet veszítettek (szélsőértékek: 4 és 30 kg) [14]. A bélsárral való vízvesztesség szoros pozitív összefüggést mutatott a szárazanyag-felvétellel, és negatív a takarmány szárazanyag-tartalmával.

- párologtatással: hőstressz hatására az állatokban többféle hőleadó mechanizmus aktiválódik, ami számos élettani és viselkedésbeli reakcióban jut kifejezésre, pl. fokozott izzadás, magas légzésszám, zihálás [17–19]. A forró éghajlatú területeken a szarvasmarhák legfőbb hőszabályozó mechanizmusa a párologás. Az állatok azon képessége, hogy mennyire viselik el a forró klímát, összefügg azzal, hogy mennyire képesek megszabadulni a látens hőtől a bőrön keresztül, izzadással vagy a légzési mechanizmussal [20]. A hőstressz hatására jelentkező fokozott izzadás és légzésszám emelkedés *Bos indicus* szarvasmarhák esetében 8%-kal magasabb hőmérsékleten történt, a *Bos taurus* szarvasmarhákhoz képest [21]. A párologtatással való vízvesztés két fő kategóriája a látható és nem látható párologtatás. A látható párologtatási módok az izzadás, ill. a nyál- és orrváladék termelés. A tehenek izzadása megvédi őket a túlmelegedéstől: testük így reagál a környezeti feltételek megváltozására, hőszabályozásuk révén azt állandó hőmérsékleten tudják tartani. A szarvasmarha viszonylag nagymértékű izzadásra képes [19, 24]. A testfelületen keresztül történő vízvesztés függ az állatok testméretétől és egyéb, abiotikus tényezőktől (pl. hőmérséklet, széláramlás) [25]. Egy 600 kg-os tehen esetén, 5,5 m² átlagos testfelülettel kalkulálva, 275 ml/óra vízvesztéssel számolhatunk. 370 g/m²/h párologtatás esetén, nagy fokú izzadást feltételezve, ugyanezre az állatra már 2035 ml/óra vízvesztés becsülhető [11]. A marhák szőrszíne is jelentős befolyást gyakorol a párologás mértékére [19], ezáltal a hőstressz elleni védekezőképességükre is [23]: félszáraz éghajlatú régióban a fekete színű tehenek esetében magasabb volt a szőrrel fedett testfelszín hőmérséklete (41,7 °C) és a bőrön keresztüli párologás értéke is (117,2 W/m²), mint a fehér színű egyedek esetében (37,2°C és 106,7 W/m²). Hőstressz alatt álló teheneken megfigyelték, hogy nyitott szájukból folyt a nyál és az itatóhely köré csoportosultak; a szokásosnál több vizet és sűrűbben ittak, a párologási vízvesztés ellenőrzésére [23, 26]. A tehenek fokozott izzadását – a magas hőmérsékleten kívül – előidézhetik még a stresszhelyzetek, a különböző betegségek és a rossz minőségű takarmány vagy a legelőn, egyes növények elfogyasztása révén kialakult mérgezés is.

**A tehenek izzadása
megvédi őket a
túlmelegedéstől**

**A nem látható
párologtatási módok
a légzés és a bőrön
át történő diffúzió**

A nem láthatóak közé tartozik a légzési és a bőrön át diffúzióval történő vízleadás. KIBLER és BRODY közlése alapján, –14 és +10 °C között, 60%-os relatív páratartalom mellett a légzés kb. egyharmad, a bőrön át történő diffúzió kétharmad részt tesz ki ebből laktáló holstein tehenek esetében [22]. A légzési vízvesztés mennyisége függ a belélegzett levegő mennyiségétől, relatív páratartalmától és hőmérsékletétől is. Holstein és jersey tehenek esetén zihálás közben maximum 50 g/m²/h respirációs vízvesztést mértek [22]. Általánosságban 60–80/perc légzésszám a felső határ, amely fölött már hőstressz állapotáról lehet beszélni szarvasmarhák esetében. Extrém meleg időjárás esetén 150-nél is nagyobb percnkénti légzésszám is megfigyelhető, bár a határértékek a genotípustól és az egyéni változékonyságtól függően is eltérőek lehetnek [23]. DA SILVA és mtsai szerint a bőrön keresztüli és a légzés általi párologás nagyobb mértékű a félszáraz éghajlatú területen (117,2 W/m²) a szubtrópusi régióhoz viszonyítva (44,0 W/m²) [20]. Az egyes testrészek között eltérést tapasztaltak a bőrön keresztüli párologás mértékében: a nyakon mérték a legmagasabb értéket (133,3 W/m²), összevetve a lágyéktájon (116,2 W/m²) és a hátulsó negyeden (98,6 W/m²) mérttel.

LITTLE és mtsai angol fríz teheneknél a laktáció 20–60 napja közti szakaszban 3 napos vízmegvonást alkalmaztak (9–20 °C közti hőmérsékleti értékek mellett)

1. TÁBLÁZAT. Változások tejelő tehenek szárazanyag-felvételében és tejtermelésében 3 nap vízmegvonás esetén [27]**TABLE 1.** Changes in dry matter intake and milk production of cows under water withdrawal [27]

Paraméter	0. nap	1. nap	2. nap	3. nap
szárazanyagfelvétel, kg/nap	13,8	11,2	2,9	1,2
tejtermelés, kg/nap	21,9	20,3	11,4	6,1

[27]. A vízmegvonás ideje alatt a tehenek átlagosan 100 kg (21%) testtömegvesztést szenvedtek, amely több, mint kétszerese a tinókon tapasztalt értékeknek. Eredményeiket az 1. táblázat számszerűsíti.

A vízmegvonási kísérletet követő 8 napos regenerációs periódus során a vízháztartás újra normalizálódott. Már a második napon, amelyen újra vizet biztosítottak, visszaállt a tejtermelés olyan szintre, hogy nem különbözött statisztikailag a kiindulási értéktől, bár számszerűen 1,8 kg-al kisebb értéket mértek.

A SZARVASMARHA VÍZFOGYASZTÁSÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

A tehenek átlagosan 11,34–113,4 liter vizet fogyasztanak naponta

A KÖRNYEZETI HŐMÉRSÉKLET

A szarvasmarhák közül a tehenek fogyasztják a legnagyobb mennyiségű vizet. A vízfelvételben szezonális különbségek is megfigyelhetők: nyáron a legnagyobb, tavasszal és ősszel közepes, télen a legkisebb [28]. A nyári árnyékolás csökkentheti a vízfelvételt. Az elfogyasztott víz mennyisége jelentősen változik a tehen korától, súlyától és időjárási viszonyaitól függően. MALONEY szerint a tehenek átlagosan 11,34–113,4 liter vizet fogyasztanak naponta. Hideg időben 3,78 liter vizet számít 45,36 kg tehen élő súlyra, meleg időben ennek kétszeresét [29].

A 2. táblázat az amerikai National Research Council, (NRC) ajánlását foglalja össze húsmarhák vízfogyasztására vonatkozóan, az élő súly függvényében, különböző környezeti hőmérsékletek esetén.

A szakemberek közt egyetértés van abban, hogy a hőmérséklet/páratartalom index (THI, NRC, 1971) – amelyet a napi átlaghőmérséklet és a relatív páratartalom kombinációjával számítanak ki – a napi vízbevitel legjobb környezeti mutatója. A Cattle Comfort Index-et a környezeti hőmérséklet, páratartalom, szélsébség, csapadék és napfény alapján számítják [30].

Kutatási eredmények szerint a 4 °C alatti átlagos napi környezeti hőmérséklet nem befolyásolja jelentősen a vízfelvételt, 4 °C feletti átlagos napi hőmérsékletek esetén azonban lineárisan emelkedik a vízfogyasztás [31]. MURPHY és mtsai közlése szerint a vízfogyasztás napi 0,65 kg-mal nőtt a tejelő teheneknél minden Fahrenheit-fok emelkedés esetén (amely °C-onként 0,36 kg-ot jelent) [32]. Tejhasznú fajták növendék bikáinál napi 0,28 kg vízfelvétel-növekedést figyeltek meg Fahrenheit-fokonként (0,156 kg/°C) [33]. Hicks és mtsai hízómarháknál napi 0,123 kg/°C vízfogyasztás növekedést számítottak [34].

OLIVEIRA és mtsai a szarvasmarha vízfelvételt elemezték a szárazanyag-fogyasztás és a környezeti hőmérséklet függvényében [35]. Az egységnyi elfogyasztott szárazanyagra jutó vízfelvételt a környezeti hőmérséklet függvényeként ábrázolva azt tapasztalták, hogy függvények –12 °C és 4,5 °C hőmérsékleti tartományban vízszintesek maradtak, majd a hőmérséklet 38 °C-ra való emelkedésével egyre meredekebben emelkedtek. Az európai szarvasmarhák (*Bos taurus*) és az indiai szarvasmarhák (*Bos indicus*) adatai eltérő görbét mutattak. Eredményeik

2. TÁBLÁZAT. Húsmarhák vízfogyasztása különböző hőmérsékleti feltételek mellett**TABLE 2.** Water consumption of different aged beef cattle under various temperature conditions

Élőtömeg (kg)	4,44 °C	10 °C	15,5 °C	21,1 °C	26,7 °C	32,2 °C
180 (növendék)	15,12	16,254	18,9	21,924	25,326	35,91
270 (növendék)	20,034	21,924	24,57	29,484	33,642	48,006
360 (növendék)	23,814	25,704	29,862	34,776	40,068	56,7
270 (végtermék-hizlalás)	22,68	24,57	27,972	32,886	37,8	54,054
360 (végtermék-hizlalás)	27,594	29,862	34,398	40,446	46,494	65,772
450 (végtermék-hizlalás)	32,886	35,532	40,824	47,628	54,81	77,868
410 (vemhes tehén)	25,326	27,216	31,374	36,666	N.A.	N.A.
410 (laktáló tehén)	43,092	47,628	54,81	63,882	67,662	61,236
635 (kifejlett bika)	30,24	32,508	37,422	44,226	50,652	71,82
>725 (kifejlett bika)	32,886	35,532	40,824	47,628	54,81	77,868

N.A.: nincs adat

szerint rövid ideig tartó vízhiányos időszakokban a szarvasmarhák vízigénye a szárazanyag-bevitel csökkentésével mérsékelhető.

DEGEN és YOUNG eredményei szerint 0 és 30 °C hőmérsékleti értékek között a hőmérséklet nem befolyásolta a tinók által elfogyasztott vízmennyiséget és a vízfelvétel gyakoriságát sem [36].

BICUDO és GATES tapasztalatai alapján a szarvasmarhák több vizet ittak a délutáni órákban, amikor a levegő és a víz hőmérséklete is emelkedett: a vízfelvétel 30 °C feletti levegő- vagy víz hőmérsékleten kétszer-háromszor nagyobb volt, mint 30 °C alatti hőmérsékleten [37]. Hasonló eredményeket kaptak a hőmérséklet-páratartalom index vízfelvételi sebességre gyakorolt hatására vonatkozóan is.

AZ IVÓVÍZ HŐMÉRSÉKLETE

Az ivóvíz hőmérséklete és a vízfogyasztás kapcsolatával foglalkozó kutatások egymástól viszonylag eltérő tapasztalatokat is eredményeztek.

ITTNER és mtsai brahman és hereford szarvasmarhák vízfogyasztását vizsgálták Kaliforniában [38]. Az állatok takarmányadagja 75% lucernából és 25% árpaszénből állt. A vizsgálat során a levegő átlagos hőmérséklete 29,70 °C volt (átlagos maximum 38,05 °C; átlagos minimum 21,22 °C). A vizsgálatban alkalmazott víz hőmérsékletek a következők voltak: hereford (1. csoport) 18 °C, hereford (2. csoport) 31 °C, brahman (3. csoport) 31 °C. Az egy állatra jutó napi vízfogyasztás átlagosan 58,14; 62,87; és 37,78 liter volt az 1., 2. és 3. csoportokban, amely megfelelt 14,80; 15,73; és 12,91 liter/100 kg élő súlynak. A melegebb vízből a hereford szarvasmarhák nagyobb mennyiséget fogyasztottak élő súlyegységre vonatkoztatva, mint a hűvösebből. A brahman fajta esetén kisebb mértékű vízfogyasztást tapasztaltak a herefordhoz képest.

ANDERSON eredményei szerint termoneutrális zónában a svéd vörös tehének a laktáció alatt kevésbé szívesen fogyasztották a 24 °C-os vizet a 3; 10; ill. 17 °C hőmérsékletű vizekhez képest [39]. A 3 °C-os víz fogyasztása esetén 2%-os tejtermelés-csökkenést volt megfigyelhető.

MILAM és mtsai tapasztalatai alapján napi 4 óra árnyék nélküli, magas hőmér-

Az ideális vízhőmérsékletet illetően eltérőek az egyes kutatások eredményei

Tejelő tehenek tej kg-onként 0,87 kg többletvizet fogyasztanak

Takarmány-szárazanyagra vetítve kg-onként a borjak 6,5l, a tehenek 3,5 l körüli vízmennyiséget fogyasztanak

A víz minősége befolyásolhatja az elfogyasztott vízmennyiséget és az állomány általános egészségi állapotát

sékletnek való kitétséget (35 °C) követően a tehenek számszerűleg több 28 °C-os vizet fogyasztottak a 10 °C-oshoz képest (átlagértékek: 16,1, ill. 10,5 liter/10 perc), de a különbség statisztikailag nem volt igazolható [40]. WILKS és MTSAI ezzel szemben – holstein teheneket vizsgálva – azt tapasztalták, hogy a hűtött vizet itták szívesebben, mint a környezeti hőmérsékletű (27°C) vizet [41].

LÁSZLÓ közlése szerint túlzottan hideg vízből az állatok kevesebbet isznak, és nyári melegekben meg is betegedhetnek tőle [42]; eredményei szerint a szarvasmarhák szomját legeredményesebben a 10–14 fokos víz oltja, SCHROEDER erre vonatkozóan 17–27 °C értékeket közölt [1].

A TEJTERMELÉS SZÍNVONALA

Mivel a tej legnagyobb részt vízből áll (átlagosan 85%), nem meglepő, hogy a nagyobb mennyiségű tej termelése nagyobb mennyiségű vízfelvétellel jár együtt. OLIVEIRA és MTSAI arra a következtetésre jutott, hogy a tejtermelő tejelő tehenek tej kg-onként 0,87 kg többlet vizet fogyasztanak [35]. MURPHY és MTSAI szintén lineáris összefüggésről számoltak be a tejhozam és a tejelő tehenek vízfelvele között: minden kg termelt tej után 0,9 kg-mal növekedett a vízfelvétel. A vízfelvétel és tejtermelés pozitív kapcsolatát számos más kutatási eredmény is bizonyítja [44–51].

A TAKARMÁNY SZÁRAZANYAG-TARTALMA

Általános tapasztalat, hogy a szárazanyagbevitel és az ivóvízfelvétel összefüggenek: 1 kg takarmány-szárazanyagra vetítve a borjak 6,5 l, a tehenek 3,5 l körüli vízmennyiséget fogyasztanak [44–52].

NOCEK és BRAUND megállapítása szerint nagy adag szárazanyagfelvételt nagy mennyiségű vízfogyasztás követett; ha adott volt e lehetőség, a tehenek felváltva ettek és ittak [53].

VÍZMINŐSÉG

A jó ivóvíz ismérve, hogy tiszta, emberi fogyasztásra is alkalmas, és elegendő mennyiségben áll az állatok rendelkezésére. „Ha nem innád meg a vizet, akkor miért itatnád azt meg az állataiddal?”

A vízminőséget és a vízfelvételt befolyásoló tényezők nyomonkövetésének kiemelt jelentősége van. A vízmintavétel tiszta műanyag edénybe történjen. A tartályt a mintavétel előtt többször ki kell öblíteni a vizsgálandó vízzel. A mintákat elsősorban a betápláló vezeték csatlakozásánál szükséges venni. Ez segít elkerülni a takarmánnyal, nyállal vagy más szennyező anyagokkal való szennyeződést. Természetesen az itatóedényből történő mintavétel is szükséges.

A víz minősége befolyásolhatja az elfogyasztott vízmennyiséget és az állomány általános egészségi állapotát. A szagok és ízek is hatással vannak a vízfelvételre, meghatározhatják a takarmányfelvételt, a testtömeggyarapodást, a szaporodást és az egészséget. Sok íz- és szaganyag oka egyszerű víztesztel kideríthető.

A vízminőséget természetes folyamatok és emberi tevékenységek (pl. mezőgazdasági tevékenységek, városiasodás, iparosodás, bányászat) is befolyásolják [54, 55]. A természetes vizek minősége helyenként változó, évszaktól, klímakülönbségektől, és a talaj-, ill. kőzettípustól függően is [56, 57]. A környezetszennyezés terén a vízszennyezés mértéke növekszik a legnagyobb mértékben, különösen a fejlődő országokban jelentőri környezeti problémát [58].

A vízminőség-elemzés során jellemzően értékelt összetevők a következők [1, 59]:

- organoleptikus tulajdonságok (szag, íz).
- fiziológiai tulajdonságok (pH, oldott szilárd anyagok, oldott oxigéntartalom, keménység)
- mérgező anyagok jelenléte (nehézfémek, mérgező ásványi anyagok, organofoszfátok, hidrokarbonátok)

- ásványi anyagok vagy vegyületek túl magas koncentrációban (nitrátok, nátrium-szulfátok, vas)
- baktériumtartalom.

A víztatók és -tartályok rendszeres tisztítása elengedhetetlen, mert a tiszta itató ösztönzi a vízfogyasztást, és csökkenti a vízminőségi problémákat [59].

SÓTARTALOM

A sótartalom – vagyis összes oldott szilárd anyag tartalom – a vízben szuszpendált összes só mennyiségét jelenti. Ide tartozik a nátrium-klorid, a bikarbonát, a szulfát, a kalcium, a magnézium és a szilícium-oxid, a vas, a nitrát, a stroncium, a keményítő, a karbonát, a foszfor, a bór és a fluorid [60].

A különböző sótartalommal rendelkező vizek állati szervezetre gyakorolt hatásait és itathatóságának feltételeit a 3. táblázat tartalmazza [1].

3. TÁBLÁZAT. Az ivóvíz össz sótartalmával kapcsolatos tapasztalatok

TABLE 3. Experiences of different salinity levels in drinking water

Összes só-tartalom, ppm	Megjegyzés
<1000	nem jelent megterhelést az állat szervezetének
1000–2999	nem befolyásolja az egészségi állapotot vagy a teljesítményt, de okozhat enyhe, ideiglenes hasmenést
3000–4999	általánosságban kielégítő, de okozhat hasmenést, különösen, ha először fogyasztja az állat
5000–6999	felnőtt állatokkal még viszonylag biztonsággal itatható, de vemhes állatoknak és újszülött borjaknak nem adható
7000–10000	amikor csak ha lehet, kerülendő az itatása – vemhes, laktáló, stresszhatás alatt lévő, ill. fiatal állatokra negatív hatással bír
>10000	semmilyen esetben sem itatható

A nyári hónapokban a nagyobb sótartalmú víz fogyasztása kisebb napi tejtermelési értékekkel párosul

Tejtermelő teheneken végzett kísérletek arra mutattak, hogy alacsony hőmérsékleti értékek mellett a magas össz sótartalmú (4400 ppm) vizet fogyasztó tehenek tejtermelése nem különbözött az 1300 ppm sótartalmú vizet ivókétől. A nyári hónapokban azonban a nagyobb sótartalmú víz fogyasztása kisebb napi tejtermelési értékekkel párosult. A nagyobb sótartalmú vízzel itatott tehenek nagyobb mennyiségű vizet fogyasztottak (136 liter) a kisebb sótartalmú ivókhöz képest (121 liter) [1]. GADBERRY közlése szerint a szarvasmarhák jobban kedvelik a sót tartalmazó vizet; 5000 ppm feletti sótartalom esetén azonban a vízfelvétel és az átlagos napi testtömeg gyarapodás csökken [61]. A nagy össz-sótartalom magas környezeti hőmérséklettel párosulva több kutatási eredmény szerint is káros hatású a tejtermelésre [62, 63].

A szarvasmarhák idővel alkalmazkodhatnak a nagyobb sótartalmú vízhez, de egy hirtelen váltás nagy sótartalmú vízre végzetes hatású is lehet [59].

KÉMHATÁS

A vizes oldat savasságát vagy lúgosságát a pH-értéke jelzi. A 7-nél kisebb pH-jú oldatok savasak, míg a 7-nél nagyobb pH-jú oldatok bázikusak vagy lúgosak. A húsmarhák által fogyasztott víz elfogadható pH-tartománya 6–8,5 [64]. A lúgosságot karbonátok, hidrogén-karbonátok és hidroxid-ionok okozzák. A víz pH-jának a vízfelvételre, az állatok egészségére, a bendő mikrobaaktivására és összetételére, valamint termelésre gyakorolt hatásáról nagyon kevés információ áll rendelkezésre. Tapasztalatok szerint az állatok a 6–8 közötti pH-értékű vizet isszák

Az állatok a 6–8 közötti pH-értékű vizet isszák szívesen

szívesen. Az ettől jelentősen eltérő kémhatás emésztési problémákat, hasmenést, a táplálóanyag-hasznosítás csökkenését, valamint csökkent takarmány- és vízfelvételt eredményezhet [1]. A víz pH-értéke és keménysége hatással van a vízben adagolt gyógyszerek, vakcinák, vitaminok hatékonyságára is [65].

KEMÉNYSÉG

A keménységet a kalcium-, magnézium-, vas- és mangánionok kationjai okozzák. A keménység a kalcium és magnéziumtartalom összegének kalcium-karbonát mennyiségi egységben való kifejezését jelenti. A keménységhez hozzájárulhat még a cink-, vas-, stroncium-, alumínium- és mangántartalom is, de ezek jelentősége a kalciumhoz és a magnéziumhoz képest elenyésző. Ha a termőtalaj vastag vagy mészkő van jelen az alapkőzetben, a víz általában kemény. Ha nincs sziklás altalaj, ill. a termőtalaj vékony, akkor a víz lágy. A keménység általában nem befolyásolja a víz ízét és a fogyasztása nem jelent különösebb egészségi kockázatot az állatok számára, de vízkő-felhalmozódást okozhat a vízadagoló rendszerekben. Az eltömődés veszélyezteti a folyamatos vízellátást, vízfelvételt [1, 59]. Nagy kalciumtartalom esetén ráadásul a csövek falán képződő porózus felület kedvező feltételeket biztosít a kórokozók megtelepedéséhez és szaporodásához és biofilmréteg kialakulásához.

A vízkeménységi kategóriák és jellemzőik a 4 táblázatban olvashatók.

A keménység általában nem befolyásolja a víz ízét és a fogyasztása nem jelent különösebb egészségi kockázatot

4. TÁBLÁZAT. A víz keménységi osztályai

TABLE 4. Water hardness category levels

Kategória	Keménység (mg/l)
lágy	0–60
kissé kemény	61–120
kemény	121–180
nagyon kemény	>180

SZULFÁTOK

A nátrium-szulfát egy gyakori szulfátsó, amely a vízben található, kisebb mértékben kalcium-szulfáttal és magnézium-szulfáttal együtt. Mindezek a szulfátok hashajtóként hatnak, miközben keserű ízt eredményeznek. A kén káros hatással lehet a szarvasmarha teljesítményére és egészségére. A víz szulfátmennyiségének maximális küszöbértéke borjaknál 500 ppm, kifejlett szarvasmarháknál pedig 1000 ppm [66]. A szulfátok a hasznos ásványi anyagokhoz kötődnek, és az antagonista kölcsönhatások miatt felszívódási problémákat okoznak. A szulfátok magas szintje gyakran a másodlagos rézhiány okozója a húsmarháknál. A takarmányokban jelenlévő kén kumulatív hatást fejt ki a vízben lévő szulfátokkal együtt. A takarmányból és/vagy vízből származó nagy kéntartalom túlzott mértékű hidrogén-szulfid-termelést eredményezhet a bendőben, ami hozzájárul a kéntoxicitás és a tiaminhiány előfordulásához. Ennek következtében polioencephalomalatia alakulhat ki [1, 59, 67].

5 mg/l szulfátkoncentráció feletti vizet fogyasztó szarvasmarhák esetén csökkent vízfelvételt tapasztaltak [68]. LONERAGAN és mtsai eredményei szerint a szulfáttartalom 163 mg/l-ről 2360 mg/l koncentrációra emelése során a hizlalt tinók napi gyarapodása lineárisan csökkent [69].

Ha a szulfáttartalom 500 ppm feletti, a só pontos azonosítására van szükség, mert a toxicitás szempontjából nem mindegy, hogy a kén milyen formában fordul

A szulfátok hashajtó hatásúak, miközben keserű ízt eredményeznek

A hidrogén-szulfid a szulfát legmérgezőbb formája

elő. A szulfátok közül a nátrium-szulfát a legerősebb hashajtó. A kén kalcium-, vas-, és magnéziumsóinak mindegyike szintén hashajtó hatású. A szarvasmarhák néhány hét után ellenállóvá válhatnak a hashajtó hatásokkal szemben. A hidrogén-szulfid a szulfát legmérgezőbb formája, már a 0,1 ppm-es hidrogén-szulfid csökkentheti a vízfelvételt [1, 59]. A vízfelvétel 2500–3000 mg/l szulfátkoncentrációnál csökkenni kezd, és tovább csökken, ahogy a szulfátkoncentráció e szint fölé emelkedik. A szarvasmarhák kevesebbet fogyasztanak a nagy (4000 mg szulfát/liter) szulfátkoncentrációjú vízből, még akkor is, ha bizonyos idő után hozzászoktak a magas szintekhez. A vas-szulfát jobban csökkentheti a vízfelvételt, mint más szulfátformák. A szarvasmarhák maximális elviselhető kénkoncentrációja szárazanyagra vonatkoztatva 0,4% [70].

NITRÁTOK

A trágyából vagy a műtrágyákból származó nitrátok bejuthatnak a vízellátó rendszerbe

A trágyából vagy a műtrágyákból származó nitrátok bejuthatnak a vízellátó rendszerbe, és vízminőségromlást okozhatnak a szarvasmarháknál. A mezőgazdasági területeken található sekély kutakból és a felszíni vízforrásokból származó víz általában nagyobb nitráttartalmú, mint más vízkészletek. A víz nitrátokkal való szennyezettsége még komolyabb aggodalomra ad okot, ha a takarmány- vagy takarmánykészletek nagy mennyiségű nitrátot tartalmaznak. Előfordulhat, hogy a víz nem tartalmaz mérgező mennyiségű nitrátot, de nitráttartalmú takarmányokkal együtt fogyasztva nitrátmérgezést idézhet elő.

A nitrátot a bendőbaktériumok fel tudják használni fehérjeforrásként a testük felépítéséhez, de nitrátredukció is előfordul, ilyenkor nitrit keletkezik, ami csökkenti a vér oxigénszállító kapacitását [1]. A nitrit a hemoglobinnal reakcióba lép, methemoglobin keletkezik, ami az oxigénszállítás gátlásához vezet. A hemoglobinban található vas(II)-ion ilyenkor ugyanis vas(III)-ionná oxidálódik, így oxigénszállításra alkalmatlanná válik. Enyhe fokú nitrátmérgezések esetén csökkent takarmányfelvételt és növekedést, fertilitási problémákat, vetélést, A-vitaminfelszívódási zavarokat, csökkent tejtermelést, és az általános egészségi állapot romlását figyelték meg. [70]. A nitráttartalom biztonságos határa a vízben < 0,44 ppm, a nitrát-nitrogén < 10 ppm (5. táblázat).

MIKROORGANIZMUSOK

Baktériumok, vírusok és paraziták rendszeresen megtalálhatók a tavakban és más felszíni vízkészletekben. A szarvasmarhák itatására használt vízben található mikroorganizmusok többsége általában ártalmatlan, egyes szervezetek azonban hozzájárulhatnak a szarvasmarha egészségének és teljesítményének csökkené-

5. TÁBLÁZAT. Különböző nitráttartalmú ivóvizek hatásai [70]

TABLE 5. Effects of different nitrate contents in drinking water [70]

NO ₃	NO ₃ -N	Hatás
0–44	10	nincs káros hatás
45–132	11–20	biztonságos, ha a takarmány nitrátszegény, és tápláléértéke kiegyensúlyozott
133–220	21–40	hosszan tartó fogyasztása káros lehet
221–660	41–100	tejelő marháknál kockázatos, elhullások lehetnek
661–800	101–200	nem biztonságos, nagy az elhullás valószínűsége
>800	>200	nem biztonságos, egyáltalán nem itatható

A szennyezett vízforrás gyorsan terjesztheti a kórokozókat az egész állományban, ezért jelentős járványtani tényező

séhez. Az összbaktériumszámba a nem patogén baktériumok is beletartoznak. A megfelelő minőségű vizek összbaktérium-tartalma folyamatosan 200/100 baktérium/ml alatt van. A 500/100 ml feletti összbaktérium-tartalom vízminőségi problémát jelez, 1 millió/100 ml baktériummennyiség esetén semmilyen körülményekkel nem itatható a víz, semmilyen állatfajjal [1, 70].

A szennyezett vízforrás gyorsan terjesztheti a kórokozókat az egész állományban, ezért jelentős járványtani tényező. A leptospirozis a szarvasmarhákat érintő betegség, amely vízellátáson keresztül könnyen terjedhet. Az ürülék-szennyezett-ség megállapítására egyrészt az ürülék által közvetített coliform fajok azonosításával nyílik lehetőség, másrészt mérni lehet az ammónium-hidroxid valamint a nitrát- és nitritkoncentrációkat. Friss mintákban végzett streptococcus-teszt segítségével lehet arra következtetni, hogy a szennyeződés állati vagy emberi eredetű-e. Ha a széklet eredetű coliform baktériumok aránya nagyobb a széklet-eredetű streptococcusokénál, az emberi eredetű szennyeződésre utal. Ha viszont a székleteredetű coliform baktériumok aránya kisebb a streptococcusokénál, akkor állati eredetű szennyeződés valószínűsíthető [70]. A korcsoportokra jellemző határértékek az 6. táblázatban lettek feltüntetve.

6. TÁBLÁZAT. Maximálisan megengedett baktériumtartalmak a szarvasmarhák ivóvizében [1, 70]

TABLE 6. Allowed maximum bacteria levels in drinking water of cattle [1, 70]

Korcsoport	Baktérium	db /100 ml
borjú	össz. coliform	<1
tehén		<15
	ürülékeredetű coliform	<10
borjú	ürülékeredetű streptococcus	<3
tehén		<30

KARIN és mtsai tanulmányának célja a különböző minőségű ivóvizek (tisztá, vezetékes víz; ill. friss trágyával kis- [0,05 mg/l] és nagymértékben [1 mg/l] szennyezett) preferenciájának felmérése volt [71]. Nem laktáló, vemhes tehenek ($n = 18$) víz- és takarmányfelvételét vizsgálták zárt tartástechnológiában, egyedi elhelyezéssel. Minden tehén a háromféle víz egyikét fogyasztotta 5 napig, majd egy másik félét a második 5 napos periódusban, végül pedig mindkettőhöz hozzáférést kaptak egy választási teszt során, amelynek időtartama szintén 5 nap volt. A víz szennyezettsége szignifikánsan ($p < 0,001$) befolyásolta a tehenek vízfogyasztását abban az esetben, amikor választási lehetőségük nem volt. A kissé, vagy erősen szennyezett vizet fogyasztó tehenek 10, ill. 28%-kal kevesebb vizet fogyasztottak a tiszta vízzel ellátottakhoz képest (7. táblázat).

A takarmányfelvétel, tapasztalataik szerint, nem különbözött az eltérő vízminőségek esetében. A választási teszt során a tehenek egyértelműen a tiszta vizet részesítették előnyben a trágyával szennyezett vízzel szemben ($p < 0,001$). A tehenek mindössze a napi vízbevitelük 1%-át fedezték erősen trágyaszennyezett vízzel, ha volt választási lehetőségük.

Szennyvíz általi szennyezésre utalhat még az ammónia (ammónium-hidroxid) jelenléte is, ez azonban csak friss szennyeződés esetén található meg a vízben (hosszabb idő után nitrattá, nitráttá oxidálódik). A nitrát jelenléte régebbi szennyvízbeömlésre utalhat [1, 72].

7. TÁBLÁZAT. *Tehenek vízfogyasztása különböző trágyaszennyezettségek esetén [71]***TABLE 7.** *Water consumption of cows in case of different levels of manure contamination [71]*

Vízminőség	napi vízfogyasztás (liter)		
	átlag	minimum	maximum
tiszta ivóvíz	37,0	28,4	53,6
alacsony fokú (0,05 mg/l trágya szennyezettség)	33,2	26,0	44,9
magas fokú (1 mg/l) trágya szennyezettség	26,6	13,6	37,8

A meleg víz ideális a kék-zöld algák növekedéséhez, így nyáron nagyobb valószínűséggel jelennek meg

KÉK-ZÖLD ALGÁK

A felszíni vizek tápanyagdúsulása kék-zöld algák (cianobaktériumok) szaporodásához vezethet. A kék-zöld algák bizonyos körülmények között méreganyagokat (idegméreg, májtoxinok) termelnek.

A meleg víz ideális a kék-zöld algák növekedéséhez, így nyáron nagyobb valószínűséggel jelennek meg a szarvasmarhák ivóvizében, toxicitási problémák ilyenkor jelentkeznek. A szél a kék-zöld algákat koncentrálnak a tavak „hátszél-partjain”.

Az izomremegés, a nehézlégzés és eszméletvesztés az idegrendszeri méreganyagok, míg a gyengeség, a sápadt nyálkahártya és a véres hasmenés a májmérgezés jelei. A kék-zöld alga-mérgezést túlélő szarvasmarhák fényérzékenységekben szenvedhetnek.

A kék-zöld algák problémájának megszüntetésére szolgáló módszerek a következők [1]:

- a vízbe kerülő tápanyagforrások megszüntetése,
- a víz levegőztetése,
- a víz vályúba szivattyúzása vagy a szarvasmarhák szennyezett vízhez való hozzáféréseinek megakadályozása, ill. az alternatív vízforrás biztosítása
- ha a kékalgával szennyezett felszíni vizet a szívócsővel a felszín alatt legalább 3 méterrel szivattyúzzák, a kékalgából származó toxinok bevétele minimális lesz
- a vályúk törmelékmentesítése és a napfénytől való védelem,
- réz-szulfát adagolása a vízhez: az ajánlott maximális koncentráció 1 ppm, 2-3 hétig. Az utolsó algavirágzás után legalább 5 napig távol kell tartani a szarvasmarhát a kezelt víztől.

EGYÉB SZENNYEZŐ ANYAGOK

Egyéb potenciális mérgező, ill. szennyező anyagokra vonatkozó előírások a **8. táblázatban** olvashatók.

A nehézfémek jelenléte a vízben különös jelentőségű, mivel már igen kis koncentrációban is mérgező hatásúak [73]. Nem tűnnek el, csak a helyük változik a természetben [74].

A nagy bórtartalom a szaporodásbiológiai mutatókra gyakorol negatív hatást, azonban eltávolítása nagyon költséges, így nagy bórtartalom esetén meg kell fontolni akár más vízkivételi lehetőség használatát is [65].

A túlzott mértékű vastartalom elsősorban a vízhálózat élettartalmát csökkenti, ill. a azzal rendszerint fokozottabb mangánmennyiség jár együtt. A mangán idegkárosító hatású.

A víz kémiai vizsgálata során meghatározásra kerülhet annak növényvédőszer-tartalma is, ennek elsősorban mezőgazdaságilag intenzíven művelt területeken van nagy jelentősége.

8. TÁBLÁZAT. Általánosságban elfogadhatónak tartott maximális szennyezőanyag koncentráció ivóvízben [1, 67, 72]

TABLE 8. Generally allowed maximum levels of different contaminants in drinking water [1, 67, 72]

Anyag	Felső határérték (ppm)
Alumínium	0,5
Arzén	0,05
Bárium	10
Bór	5
Kadmium	0,005
Króm	0,01
Kobalt	1
Réz	1
Fluorid	2
Vas	2
Ólom	0,015
Mangán	0,05
Higany	0,01
Nikkel	0,25
Szelén	0,05
Vanádium	0,1
Cink	5

A rutin vízvizsgálást és a takarmány-beltartalmi elemzését együtt indokolt használni

WAGNER és ENGLE felhívják a figyelmet arra, hogy helyes gyakorlat szerint a rutin vízvizsgálást és a takarmány-beltartalmi elemzését együtt indokolt használni a megfelelő vízminőség biztosításához [13]. Ha a vízszennyező anyagok meghaladják a maximálisan tolerálható koncentrációt, szükség lehet a különböző forrásokból származó víz keverése a szennyezőanyag-koncentráció csökkentése érdekében.

A vízminőségi problémák szerepet játszanak abban, hogy az állat hogyan hasznosítja az ásványi anyagokat. Ilyenkor az antagonisták kezelésében szerves nyomelemek adagolása lehetséges, réz-, cink-, mangán-, kobalt-, ill. szelénforrások révén.

A vízben levő ízanyagok hatását vizsgálva THOMAS és mtsai [75]. Aromákat (narancs, vanília, kontroll) adtak a holstein borjak ($n = 9$, három ismétlés) és tehének ($n = 4$, laktációk száma = 2) ivóvizéhez. Minden borjú ugyanazt az indító tápot fogyasztotta. A takarmányfelvétel és a testtömeg-gyarapodás is nagyobb volt a narancs ízesítésű vizet fogyasztó csoportban, a vaníliához és a kontrollhoz viszonyítva. A tehének esetében nem volt igazolható eltérés sem a szárazon állás alatti szárazanyag bevitelben, sem a vízfogyasztásban, sem a laktáció alatti tejhozamban a különböző ízesítésű vizet fogyasztó csoportok között.

Magyarország természetes vízkészletei többféle oldott anyagot tartalmaznak. Vannak, amelyek döntően természetes úton, a környező kőzetekből kioldódva kerülnek a vízbe (pl. vas, mangán, arzén), mások emberi tevékenységek által (műtrágyázás, szennyvizek, füstgázok stb.). Jellemző tendencia, hogy tiszta vizet egy-

A víz összetételében a minőségi problémák területenként eltérően jelentkezhetnek hazánkban

re mélyebb rétegekből lehet felszínre hozni, így az állattartó telepeken – ahol is a vízellátás sokszor fúrt kutakból történik – kiemelkedő jelentőségű a vízminőség ellenőrzése, ill. szükség esetén a víz kezelése.

A víz összetételében a minőségi problémák területenként eltérően jelentkezhetnek [65]:

- Az Alföld nagy részén, Baranya déli, és az Őrség keleti területein is okozhat gondot a jelentős arzéntartalom.
- Magyarországon általánosan jellemző, hogy kemények a vizek, kimagasló víz-keménység-értékek tapasztalhatók a karsztos hegyvidéki területeken.
- Csongrád-Csanád, Hajdú-Bihar, Pest és Vas vármegyékre jellemző a nagy nitráttartalom – ez azonban bárhol máshol is előfordulhat helyenként.

A Magyarországon érvényben lévő ivóvízminőségi előírásokat, az összetevők határértékeit a **9. és 10. táblázat** mutatják be.

VÍZMINŐSÉGINDEX

A Kanadai Környezetvédelmi Miniszteri Tanács (Canadian Council of Ministers of Environment, CCME) 2007-ben kifejlesztett egy vízminőség indexet (VMI), amely alkalmas a víz általános minőségének jellemzésére egyetlen matematikai kifejezés segítségével [78–81]. A kidolgozott vízminőségi index számításának részleteit az előzőekben idézett munkákban találhatjuk.

A TAKARMÁNY- ÉS VÍZFOGYASZTÁS BECSLÉSE ÉS MŰSZERES MÉRÉSE

A szarvasmarhák vízfogyasztásának ismerete elengedhetetlen.

A vízfogyasztás pontos mérése sokszor nehézségekbe ütközik, ezért a vízfogyasztás becslésére szolgáló egyenleteket dolgoztak ki, különböző paramétereket eltérően súlyozva (**11. táblázat**).

Az NRC 2001-ben MURPHY és mtsai módszerének használatát javasolta a tejtermelő tehenek napi vízfogyasztásának becslésére a laktáció során [32].

MURPHY és mtsai [32] egyenlete alapján SCHROEDER [1] a különböző tejtermelésű tehenekre vonatkozóan az **12. táblázat**ban olvasható napi vízfogyasztási értékeket becsülte.

HODÚR és mtsai [82] MEYER és mtsai [49] módszere alapján becsülve három hazai tejtermelő gazdaságra vonatkozóan a **13. táblázat**ban olvasható értékeket számították.

HOLTER ÉS URBAN [47] szárazonálló tehenek esetében a következő egyenlet használatát javasolták:

napi vízfelvétel (kg) = $-10,34 + (0,2296 \times \text{takarmány szárazanyag-tartalma, \%}) + 0,2212 \text{ szárazanyag-felvétel kg/nap} + 0,03944 \times \text{nyersfehérje \% a takarmányban}^2$.

Az ez alapján SCHROEDER által becsült fogyasztások különböző élősúlyok és hőmérsékleti feltételek mellett a **14. táblázat**ban található [1].

A legmegbízhatóbb információk a vízfogyasztásról mégiscsak akkor állnak rendelkezésre, ha konkrét mérési eredményekre támaszkodhatunk. Hagyományos telepi felszereltség esetén az egyedenkénti, de még a csoportonkénti vízfogyasztás mérése is számos akadályba ütközik. A modern gazdaságokban azonban már nem lehetetlen feladat az egyedi vízfogyasztás nyomonkövetése.

OLIVEIRA és mtsai tanulmányának célja volt egy elektronikus rendszer validálása az egyéni táplálkozási és ivási viselkedés, ill. a takarmány- és vízbevitel monitorozására, csoportban tartott fiatal szarvasmarhák esetében [83]. Összesen 35 holstein \times gyr keresztezésű, egyedi passzív transzpondert tartalmazó füljelzővel ellátott üsző (élősúly: 180 ± 52 kg; életkor: $121,5 \pm 32,5$ nap) szerepelt a vizsgálatban. Az egyedeket időszakonként három, 12; 12 és 11 állatból álló csoportba osztották.

A vízfogyasztás becslésére számos egyenletet dolgoztak ki

A legmegbízhatóbb értékeket különféle mérési eljárások szolgáltatják

9. TÁBLÁZAT. Vezetékes vízminőségi határértékek Magyarországon [76, 77]

TABLE 9. Maximum values for different quality parameters of piped drinking water in Hungary [76, 77]

Összetevő	Határértékek
Akrilamid	0,1 µg/l
Antimon	5,0 µg/l
Arzén	10 µg/l
Benzol	1,0 µg/l
Benz(a)pirén	0,01 µg/l
Bór	1,0 mg/l
Bromát	10 µg/l
Kadmium	5,0 µg/l
Króm	50 µg/l
Réz	2 mg/l
Cianid	50 µg/l
1,2-diklór-etán	3,0 µg/l
Epiklórhidrin	0,1 µg/l
Fluorid	1,5 mg/l
Ólom	10 µg/l
Higany	1,0 µg/l
Nikkel	20 µg/l
Nitrát	50 mg/l
Nitrit	0,5 mg/l
Peszticidek	0,1 µg/l
Összes peszticid	0,5 µg/l
Policiklikus aromás szénhidrogének	0,1 µg/l
Szelén	10 µg/l
Tetraklór-etilén és triklór-etilén	10 µg/l
Összes trihalometán	50 µg/l
Vinil-klorid	0,5 µg/l
Cisz-1,2-diklór-etilén	50 µg/l
Klorit	0,2 mg/l
Kötött aktív klór	3,0 mg/l

10. TÁBLÁZAT. Indikátor vízminőségi jellemzők Magyarországon [76, 77]

TABLE 10. Indicator water quality parameters in Hungary [76, 77]

Összetevő	Határértékek
Alumínium	200 µg/l
Ammónium	0,5 mg/l
Klorid	250 mg/l
Szín	A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás
Vezetőképesség	2500 µS/cm
pH	Minimum 6,5, maximum 9,5
Vas	200 µg/l
Mangán	50 µg/l
Szag	A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás
Permanganát index (KOIps)	5,0 mg/l
Szulfát	250 mg/l
Nátrium	200 mg/l
Íz	A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás
Összes szerves szén (TOC)	Nincs szokatlan változás
Zavarosság	A fogyasztó számára elfogadható és nincs szokatlan változás
Keménység	Minimum 50, maximum 350 CaO mg/l
Fenolindex	20 µg/l
Olajszármazékok	50 µg/l
Trícium	100 Bq/l
Összes indikatív dózis	0,1 mSv/év

Az üszők szabadon hozzáférhetek 12 elektronikus takarmányadagolóhoz és két elektronikus víztartályhoz. A rendszer dokumentálta a látogatás gyakoriságát és időtartamát, valamint a takarmány- és vízbevételt, az állat azonosítóját, a tartály számát, valamint a látogatások kezdeti és utolsó időpontját. A vizsgálat során videofelvételeket készítettek, valamint személyes jelenlét melletti vizuális megfigyelés is történt. A rendszer nagy specifikitást mutatott (98,98% és 98,56% a takarmány- és víztartályoknál) és az érzékenység (az állat jelenléte vagy hiánya) is jó volt (99,25%, ill. 98,74%). A takarmány- és víztároló látogatások időtartama, valamint az egy látogatásonkénti takarmány- és vízfogyasztás mértéke az általuk vizsgált rendszerben erősen összefüggött a megfigyelt videós és személyes mérési adatokkal (r^2 értékek: takarmánytároló: elektronikus rendszer vs. videó 0,917; elektronikus rendszer vs. személyes megfigyelés 0,963; ivóvíztároló: elektronikus rendszer vs. videó 0,973; elektronikus rendszer vs. személyes megfigyelés 0,986). A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy az általuk vizsgált elektronikus rendszer hasznos eszköz az etetési és ivási viselkedés megfigyelésére, valamint a csoportokban tartott fiatal szarvasmarhák víz- és takarmányfelvételének jellemzésére.

A hazai helyzetet tekintve eddig csak arról volt információnk, hogy egy cégcsoport kb. 50 tejtermelő telepen üzemeltet olyan telepírányítási rendszert, amely képes a telepen lévő tejtermelő tehének egyes termelő csoportjainak a vízfogyasztását regisztrálni és erről a telep vezetőjét tájékoztatni. Ilyen típusú információk nagyon hasznosak lehetnek, a tejtermelés költségeinek meghatározása és termelési önköltség csökkentésének szempontjából.

11. TÁBLÁZAT. A szarvasmarhák napi vízfogyasztásának becslésére kidolgozott egyenletek

TABLE 11. Equations elaborated to predict daily water consumption of cattle

Forrás	Modell a napi vízfogyasztás becslésére
[44]	$-15,3 + 2,53 \times \text{tej kg} + 0,45 \times \text{takarmány-szárazanyag\%}$
[45]	$12,3 + 2,15 \times \text{szárazanyag-bevitel} + 0,73 \times \text{tej kg}$
[46]	$-9,37 + 2,30 \times \text{szárazanyag-bevitel} + 0,53 \times \text{takarmány-szárazanyag\%}$
[48]	$14,3 + 1,28 \times \text{tej kg} + 0,32 \times \text{takarmány-szárazanyag \%}$
[32]	$16,0 + 1,58 \times \text{napi szárazanyag-bevitel} + 0,90 \times \text{tej kg} + 0,05 \times \text{Na-bevitel} + 1,20 \times \text{minimum hőmérséklet átlag}$
	$23,0 + 2,38 \times \text{szárazanyag-bevitel} + 0,64 \times \text{tejtermelés}$
[47]	$-32,4 + 2,47 \times \text{szárazanyag-bevitel} + 0,60 \times \text{tej kg} + 0,62 \times \text{takarmány-szárazanyag\%} + 0,091 \times \text{julián dátum}^1 - 0,00026 \times \text{julián dátum}$
[49]	$-26,1 + 1,30 \times \text{tej kg} + 0,406 \times \text{Na bevitel} + 1,516 \times \text{napi középhőmérséklet} + 0,058 \times \text{élő súly}$
[50]	$-77,6 + 3,22 \times \text{szárazanyag-bevitel, kg} + 0,92 \times \text{tejtermelés, kg} - 0,28 \times \text{abraktakarmány szárazanyag-tartalmának \% - a az összes szárazanyagon belül} + 0,83 \times \text{takarmány-szárazanyag\%} + 0,037 \times \text{élő súly}$
	$-41,1 + 1,54 \times \text{tejtermelés, kg} - 0,29 \times \text{abraktakarmány szárazanyag-tartalmának \% - a az összes szárazanyagon belül} + 0,97 \times \text{takarmány-szárazanyag\%} + 0,039 \times \text{élő súly, kg}$
[51]	$-68,8 + 2,89 \times \text{szárazanyag-bevitel} + 0,44 \times \text{takarmány-szárazanyag\%} + 5,60 \times \text{hamu\%} + 1,81 \times \text{CP\%}$
	$-60,2 + 1,43 \times \text{tej} + 0,064 \times \text{NaK} + 0,83 \times \text{takarmány-szárazanyag\%} + 0,54 \times \text{metabolizálható fehérje\%} + 0,08 \times \text{szárazanyag-bevitel}$

¹A csillagászati számításoknál használt Julián-dátum a Kr. e. 4713. év első napjától eltelt napok számával és óra-perc-másodperc helyett a nap decimális törtrészeivel adja meg az időpontokat

12. TÁBLÁZAT. 680 kg testtömegű tehén napi becsült vízfelvétele különböző tejtermelési szintek esetén a hőmérséklet függvényében [1]

TABLE 12. Estimated daily water intake of a 680-kg cow with different milk production levels under various temperature conditions [1]

Tejtermelés, kg/nap	Becsült száraz- anyag-felvétel, kg/nap	Heti átlagos minimum hőmérséklet (°C)				
		4,4	10,0	15,5	21,1	26,7
		becsült napi vízfelvétel, liter/nap				
18	19	69,6	76,4	83,3	89,7	96,5
27	22	82,5	88,9	95,8	102,6	109,4
36	25	95,0	101,8	108,6	115,1	121,9
45	27	107,9	114,7	121,5	127,9	134,8

13. TÁBLÁZAT. Átlagos ivóvízfogyasztások három hazai tejtermelő tehenészetben [82]

TABLE 13. Estimated mean daily water consumptions on three Hungarian dairy farms [82]

	napi ivóvíz/ tehén	napi tej/tehén	FPCM liter/ tehén	liter ivóvíz/l tej	liter víz/liter FPCM
Farm I.	87,8	25,47	24,54	3,45	3,61
Farm II.	103,4	36,53	33,80	2,83	3,09
Farm III.	97,1	35,93	35,71	2,70	2,78

FPCM: 3,3% fehérje- és 4% zsírtartalomra korrigált tejmenyiség

14. TÁBLÁZAT. Üszők becsült vízfogyasztása [1]

TABLE 14. Estimated water consumption of heifers with different body weight under various temperatures [1]

Élő súly, kg	Hőmérséklet, °C		
	4,4	15,5	26,7
	becsült napi vízfelvétel, liter/nap		
90	7,6	9,1	12,5
180	14,4	17,4	23,1
270	20,4	24,6	32,9
360	25,7	31,0	41,6
450	34,1	36,3	48,1
540	36,1	40,1	54,9

A tudományos fejlesztés lehetőségét jól mutatja az a beruházás, amely a Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem Kaposvári Kampusz tejtermelő telepén került megvalósításra, egy GINOP pályázatban. A fejlesztés eredményként, a RIC-rendszer (Roughage Intake Control) képes egyedileg mérni a takarmányfelvételt és vízfogyasztást, csoportos kötetlen tarás során. Az egyedi vízfelvételt egy speciális vízmérővel ellátott itató állapítja meg. Minden ivás után az itató automatikusan feltöltődik, s egyszerre 20–25 egyedre képes kiszolgálni. Véleményünk szerint, ez a rendszer hiánypótló, és fontos alapinformációkkal látja majd el a takarmányozási és tenyésztési szakembereket. Bízunk abban, hogy hasonló mérési rendszerek elterjednek majd a hazai tejelőmarha-tenyésztésben és tartásban.

A VÍZ TISZTÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

A vizek ivóvízként való hasznosításához a következő anyagok eltávolítására van szükség:

- önmagukban mérgező, karcinogén, mutagén, teratogén vagy organoleptikus tulajdonságú vegyületek, vagy belőlük ilyen vegyület keletkezhet az adott tisztítási eljárás során;
- kiülepedő vagy kirakódásra alkalmas vegyületek, ill. ilyen vegyületek képzésére alkalmasak a vízellátó rendszerben;
- korrozív tulajdonságúak, megtámadják a vízellátó rendszer szerkezeti anyagait;
- tűz- és robbanásveszélyesek.

A víz tisztításának lehetőségei [65, 72]:

- a telepre beérkező nyersvíz mechanikai szűrése: javasolt a teljes bejövő vízmennyiség szűrése 100 mikronos öntisztító és/vagy automata szűrővel (mikro-, ultraszűrők);
- a víz kémiai összetevőinek beállítása: ne váljon ki a vízkő, ne támadja meg a fém alkatrészeket, ne okozzon korróziót. Ha nem vízműtől érkezik a víz, hanem saját kútból, akkor feltétlenül szükség van a kútvíz összetételének elemzésére, mert annak alapján derül ki, hogy szükséges-e arzénmentesíteni, vas- és mangántalanítani, nitrátmentesíteni vagy esetleg lágyítani a kútvizet. Eszközei: legegyszerűbb esetben elég egy pH-szabályozó berendezés. Amennyiben a kútvíz összetétele nem felel meg az ivóvíz követelményeinek, akkor a nem kívánt összetevő eltávolítására a megfelelő berendezést kell megtervezni és üzembe helyezni (pl.: vastalanító; abszorpciós, ill. oxidációs eljárások kombinált használata);
- a vízben megfelelő fertőtlenítőszer-szint (klóros vagy klórmentes) biztosítása, hogy a kórokozó mikrobák elpusztuljanak, de legalább inaktívvá váljanak;
- a vízkezelő rendszer megfelelő méretezés esetén tudja a kívánt eredményt biztosítani. Ehhez az állattartó telep éves, napi és legnagyobb, valamint legkisebb óránkénti vízfelhasználását is meg kell határozni. Fontos a vízellátást biztosító szivattyú paramétereinek ismerete. A szivattyú képes legyen egyenesen biztosítani a vízkezelő berendezés megfelelő működéséhez szükséges vízmennyiséget és víznyomást. By-passok kialakításával leválaszthatók a víz-tisztító rendszerről egyes nagy vízigényű, de nem kezelt vizet igénylő technológiai folyamatok (pl. trágyaeltávolítás).

A vízkezelési módok összehasonlítását a [15. táblázat](#) tartalmazza.

A klórt baktériumok ellen használják. Olcsó, és alacsony koncentrációban is hatékony. A klór szervesanyagokhoz történő kapcsolódásával trihalometánok keletkezhetnek, amelyek rákkeltő hatásúak [72, 84].

Az UV-fény fertőtlenítő hatása függ attól, hogy milyen mértékben hatol a vízbe és kerül kapcsolatba mikroorganizmusokkal: homályos, nem átlátszó vizek esetén előtte szűrés szükséges [72, 85]. Reziduális fertőtlenítő hatással, a klórral ellentétben nem bír: csak addig fertőtlenít, amíg a megvilágítás tart.

A desztilláció és a reverz ozmózis az ásványi anyagok eltávolításával szünteti meg, ill. csökkenti a szennyeződést. A desztilláció során a vizet forralással vízgőzzé alakítják, a gőzt felfogják, és vízzé kondenzáltatják. A nitrátok, szulfátok, és többi ásványi anyag a forraló edényben marad. A reverz ozmózis úgy távolítja el a nitrátokat, szulfátokat, és ásványi anyagokat, hogy a vizet elkülöníti az oldott sóktól. Ehhez a vizet nagy nyomás alatt féligáteresztő hártyán préselik át [72].

Az ioncserélő rendszerekben a nitrátok és szulfátok redukciója történik meg, az ionokat általában klór-ionokra cserélik. A víz lágyítása során a kalcium- és magnézium-ionokat nátrium-ionokra cserélik [72].

Az állattartásban nyilvánvalóan nem az a cél, hogy az állatok ásványi anyagoktól megtisztított vizet igyanak (pl. desztilláció, reverz ozmózis), mert azoknak szomjoltó hatása nincs, ill. étletlenül is káros volna ez a gyakorlat.

A víz megtisztítására számos eljárás létezik

A tisztított víz javítja az állatok termelési mutatóit

ZHAO és mtsai különböző vegyi kezeléseket: tejsavat, savas kalcium-szulfátot, klórt, klór-dioxidot, hidrogén-peroxidot, kaprilsavat, ózont, vajsavat, nátrium-benzoátot; valamint versengő *E. coli* törzset alkalmaztak az *E. coli* O157 inaktiválására külön-külön, ill. kombinált módon [86]. Vizsgálták a különböző vízkezelések hatását tejelő szarvasmarhák vízfelvételeire. Az elfogyasztott víz mennyisége minden vízkezelés esetén szignifikánsan kisebb volt a kontrollénál, de az egyes vízkezelési módok között nem volt szignifikáns különbség. Véleményük szerint a vízkezeléseket a legjobb, ha rendszeres időközönként alkalmazzák az ivóvíz-vályúkon, majd átöblítik, nem pedig folyamatosan adagolják, hogy elkerüljék a szarvasmarhák vízfogyasztásának csökkenését.

Kanadai kutatók a vízminőség javításának hatását elemezték a szarvasmarhák teljesítményére [87]. Vizsgálataikat 1999 és 2003 között, 44 hereford tinóval és 40 angus tehén-borjú párral végezték. A szarvasmarhákat a következőképp csoportosították: vályúba szivattyúzott kezeletlen fűrt kút ivóvizét fogyasztók; vályúba szivattyúzott levegőztetett vizet fogyasztók; vályúba szivattyúzott koagulált és klórozott vizet fogyasztók. A levegőztetéssel vagy koagulációval végzett vízkezelés 5 évből 3-ban javította a testtömeg-gyarapodását ($p < 0,05$) a fűrt kútból származó kezeletlen vízhez képest. A szarvasmarhák javuló testtömeg-gyarapodása véleményük szerint összefüggött a kezelt víz jobb ízével, amely növelte a víz- és takarmányfogyasztást. Meglepő viszont, hogy a vízkémiai összetevőkben nem mutattak ki szignifikáns különbséget a kezeléseik között.

A kórokozók elszaporodásának szempontjából nagy jelentősége van az itatók rendszeres tisztításának. LEJENUE és mtsai vizsgálataikban 473 szarvasmarha-itató 0,8%-ában izoláltak *Salmonella* fajokat, 1,3%-ukból *Escherichia coli* O157 baktériumokat [88]. Az itatók *E. coli* fertőzöttségének gyakorisága az etetővályútól való távolság csökkenésével emelkedett. Napfénynek való közvetlen kitétség hatására szintén megnövekedett az *E. coli* fertőzöttség az itatókban.

JURKOVICH és mtsai 15 hazai tejtermelő tehenészet Welfare Quality módszertan alapján történő értékelése során felhívta a figyelmet arra, hogy az itatók nem megfelelő száma és szennyezettsége rontotta az értékelési pontszámok alakulását [89]. Mindezek a hazai eredmények megerősítik azt a felvetést, hogy szakmailag megalapozott vizsgálatokat végezni a jövőben a szarvasmarhák vízfogyasztásának és itatási módjainak témájában.

15. TÁBLÁZAT. Különböző vízkezelési módok összehasonlítása [72]

TABLE 15. Comparison of different water management methods [72]

Kezelés	Szennyező anyagok				
	Baktériumok	Szulfátok	Nitrátok	Összsótartalom	Keménység
Klór	X				
UV-fény	X				
Reverz ozmózis		X	X	x	x
Desztilláció		X	X	x	x
Ioncserélés		x	x	x	x

X: szennyezettség megszüntetése

x: szennyezettség csökkentése

MEGVITATÁS

A vízellátás döntő jelentőségű a szarvasmarhák egészsége, teljesítménye és jóléte szempontjából a termelési célok elérésében.

Az irodalmi forrásmunkák áttekintése alapján, az alábbiakat kívánjuk kiemelni:

- A víz mint táplálóanyag témakörben megfelelő mennyiségű információ áll rendelkezésre.
- A szarvasmarhák vízigényének témájában, érdemes lenne további adatokat gyűjteni a szarvasmarhák vízvesztésének különböző módozatiról a gyakorlatban.
- A környezeti hőmérséklet és az ivóvíz hőmérséklet szerepe a szarvasmarha vízfogyasztásában, nemzetközileg, adatokkal jól alátámasztott terület; további hazai vizsgálatok pontos információkat szolgáltatathatnának a tenyésztőknek.
- A vízminőség egyes paramétereinek határértékei jól ismertek, viszont fontos lenne hazánkban is vizsgálatokat végezni a vízminőség index számításának témájában.
- A digitalizációval összefüggésben, napjaink kiemelt jelentőségű témaköre lehet – nemzetközileg és hazánkban is – a szarvasmarha takarmány- és vízfogyasztásának, műszeres és szenzoros mérése.
- Mivel a tiszta víz nem áll korlátlanul rendelkezésünkre, ezért a különböző vízkezelési módszerek alkalmazásának a gyakorlatban nagy jelentősége van. Új víztisztítási módok kidolgozása vagy a meglévők hatékonyságának növelése fontos feladat lehet a jövőben.

A vízellátás döntő jelentőségű a szarvasmarhák egészsége, teljesítménye és jóléte szempontjából is

IRODALOM

1. Schroeder JW (2015) Water needs and quality guidelines for dairy cattle. Extension Dairy Specialist. <https://www.ag.ndsu.edu/publications/livestock/water-needs-and-quality-guidelines-for-dairy-cattle>.
2. Lejeune JT, Besser TE, Merrill NL, Rice DH, Hancock DD (2001) Livestock drinking water microbiology and the factors influencing the quality of drinking water offered to cattle. *J Dairy Sci* 84:1856–1851 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74626-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74626-7)
3. Hahn-Hagerdal B (1986) Water activity: a possible external regulator in biotechnical processes. *Enzyme Microb* 8:322 [https://doi.org/10.1016/0141-0229\(86\)90129-8](https://doi.org/10.1016/0141-0229(86)90129-8)
4. Quinton, PM (1979) Comparative water metabolism in animals: protozoa to man. *Components of Animal Nutrition* 3:100
5. McArthur AJ, Clark JA (1988) Body temperature of homeotherms and the conservation of energy and water. *J Therm Biol* 13:9 [https://doi.org/10.1016/0306-4565\(88\)90003-4](https://doi.org/10.1016/0306-4565(88)90003-4)
6. Aschbacher PW, Kamal TH, Cragle RG (1965) Total body water estimations in dairy cattle using tritiated water. 1. *Anim Sci* 24:430 <https://doi.org/10.2527/jas1965.242430x>
7. Odwongo WO, Conrad HR, Staubus AE, Harrison JH (1985) Measurement of water kinetics with deuterium oxide in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 68:1155 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)80942-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)80942-5)
8. Robelin J (1982) A note on the estimation in vivo of body fat in cows using deuterium oxide or adipose cell size. *Anim Prod* 34:347 <https://doi.org/10.1017/S0003356100010308>
9. Kleiber M (1975) *The fire of life*. R. E. Krieger Publ. Co., Huntington, NY
10. Larvor P (1983) The pools of cellular nutrients: minerals. In: Riis P M (ed) *Dynamic biochemistry of animal production*. World Animal Science A3 Elsevier Amsterdam, Netherlands pp 281
11. Murphy MR (1992) Water Metabolism of Dairy Cattle. *J Dairy Sci* 75:326–333 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77768-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77768-6)
12. Howard JM, Griffis HB, Westendorf R, Williams JB (2020) The influence of size and abiotic factors on cutaneous water loss. *Adv Physiol Educ* 44:387–393 <https://doi.org/10.1152/advan.00152.2019>
13. Wagner, JH, Engle TE (2021): Invited Review: Water consumption, and drinking behavior of beef cattle, and effects of water quality. *Appl Anim Sci* 37:418–435 <https://doi.org/10.15232/aas.2021-02136>
14. Paquay R, De Baere R, Lousse A (1970) Statistical research on the fatc of water in the adult cow 2. The lactating cow. *J Agr Sci* 75:251
15. Gaál T (1999) Vizeletvizsgálat és veseműködés vizsgálata. In Gaál T. (szerk.) *Állatorvosi klinikai laboratóriumi diagnosztika*. Sík Kiadó Budapest pp 199–239
16. Nyiri L (szerk, 1993) *Földműveléstan*. Mezőgazda Kiadó Budapest
17. Finch VA, Bennett IL, Holmes CR (1982) Sweating response in cattle and its relation to rectal temperature, tolerance of sun and metabolic rate. *J Agr Sci* 99:479–487 <https://doi.org/10.1017/S0021859600031130>
18. Hansen P J (2004) Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Anim Reprod Sci* 82–83:349–360 <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.011>

19. Islam A, Lomax S, Doughty A, Islam LJ, Ollie J, Thompson P, Clark, C (2021) Monitoring and mitigating heat stress in cattle. *Front Anim Sci* 2:737213 <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.737213>
20. da Silva RG, Campos Maia AS, de Macedo Costa LL, Fernandes de Queiroz JPA (2012) Latent heat loss of dairy cows in an equatorial semi-arid environment. *Int J Biometeorol* 56:927–932 <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0501-y>
21. Blackshaw JK, Blackshaw AW (1994) Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: A review. *Aust J Exp Agric* 34: 285–295 <https://doi.org/10.1071/EA9940285>
22. Kibler GH, Brody S (1952) Relative efficiency of surface evaporation, respiratory evaporative, and non-evaporative cooling in relation to heat production in Jersey, Holstein, Brown Swiss and Brahman cattle, 5 ° to 105°F. *Missouri Agricultural Experimental Station Research Bulletin* 497
23. Brown-Brandl TM, Nienaber JA, Eigenberg RA, Mader TL, Morrow JL, Dailey JW (2006) Comparison of heat tolerance of feedlot heifers of different breeds. *Livest Sci* 105:19–26 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.04.012>
24. Bó I (2005) Gazdasági állataink a nagy melegben. *Agrároldal*. <https://www.agraroldal.hu/meleg.html>
25. Howard JM, Griffis HB, Westendorf R, Williams JB (2020) The influence of size and abiotic factors on cutaneous water loss. *Adv Physiol Educ* 44:387–393 <https://doi.org/10.1152/advan.00152.2019>
26. Bak J, Pazsiczki I (2008) Tehénnedvesítéses hőstresszmérés-kelés, módszerek, hatékonyság. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia* 4:69–77
27. Little W, Sansom BF, Manston R, Allen WM (1984) Importance of water for the health and productivity of the dairy cow. *Res Vet Sci* 37:283–289
28. Arias RA, Mader TL (2011) Environmental factors affecting daily water intake on cattle finished in feedlots. *J Anim Sci* 89:245–251 <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3014>
29. Maloney T (2018) Mathematics of Sustainability. Union College MTH-063-01 Fall 2018. <https://muse.union.edu/mth-063-01-f18/>
30. Spencer C, Lalman D, Rolf M, Richards C (2017) Estimating Water Requirements for Mature Beef Cows. <https://extension.ok-state.edu/fact-sheets/estimating-water-requirements-for-mature-beef-cows.html>
31. NRC (2000) Nutrient Requirements of Beef Cattle (7th Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
32. Murphy MR, Davis CL, McCoy GC (1983) Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation. *J Dairy Sci* 66:35–38 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81750-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81750-0)
33. Meyer U, Stahl W, Flachowsky G (2006) Investigations on the water intake of growing bulls. *Livest Sci* 103:186–191 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.02.009>
34. Hicks RB, Owens FN, Gill DR, Martin JJ, Strasia CA (1988) Water intake by feedlot steers. Misc. publication – Agricultural Experiment Station, Oklahoma State University, Oklahoma. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)7768-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)7768-6)
35. Oliveira BR, Ribas MN, Machado FS, Lima JAM, Cavalcanti LFL, Winchester CF, Morris JM (1965) Water Intake Rates of Cattle. *J Anim Sci* 15:722–740 <https://doi.org/10.2527/jas1956.153722x>
36. Degen AA, Young BA (1984) Effects of ingestion of warm, cold and frozen water on heat balance in cattle. *Can J Anim Sci* 64:73 <https://doi.org/10.4141/cjas84-010>
37. Bicudo JR, Gates RS (2002) Water Consumption, Air and Water Temperature Issues Related to Portable Water Systems for Grazing Cattle. Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan www.asabe.org
38. Ittner NR, Kelly CF, Guilbert HR (1951) Water Consumption of Hereford and Brahman Cattle and the Effect of Cooled Drinking Water in a Hot Climate. *J Anim Sci* 10:742–751 <https://doi.org/10.2527/jas1951.103742x>
39. Andersson M (1985) Effects of drinking water temperatures on water intake and milk yield of tied-up daily cows. *Livest Prod Sci* 12:329–338 [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(85\)90132-0](https://doi.org/10.1016/0301-6226(85)90132-0)
40. Milam KZ, Coppock CE, West JW, Lanham JK, Nave DH, Labore JM, Stermer RA, Blissington MA (1986) Effects of drinking water temperature on production responses in lactating Holstein cows in summer. *J Dairy Sci* 69:1013–1019 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80496-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80496-9)
41. Wilks DL, Coppock CE, Lanham JK, Brooks KN, Baker CC, Billson WL, Elmore RG, Stermer RA (1990) Responses of lactating Holstein cows to chilled drinking water in high ambient temperatures. *J Dairy Sci* 73:1091–1099 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)78768-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)78768-1)
42. László L (2010) Amit a legelő állatok ivóvízellátásáról tudni kell *Őstermelők lapja* 4
43. Murphy MR, Davis CL, McCoy GC (1983) Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation. *J Dairy Sci* 66:35–38 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81750-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81750-0)
44. Castle ME, Thomas TP (1975) The water intake of British Friesian cows on rations containing various forages. *Anim Prod* 20:181–189 <https://doi.org/10.1017/S0003356100035170>
45. Little W, Shaw SR (1978) A note on the individuality of the intake of drinking water by dairy cows. *Anim Sci* 26:225–227 <https://doi.org/10.1017/S0003356100039659>
46. Stockdale CR, King KR (1983) A note on some of the factors that affect the water consumption of lactating dairy cows at pasture. *Anim Prod* 36:303–306 <https://doi.org/10.1017/S1357729800001375>
47. Holter JB, Urban Jr WE (1992) Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows. *J Dairy Sci* 75:1472–1479 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77904-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77904-1)
48. Dahlborn K, Aakerlind M, Gustafson G (1999) Water intake by dairy cows selected for high or low milk fat percentage when fed to concentration ratios with hay or sileage. *Swed J Agric Res* 28:167–176
49. Meyer U, Everinghoff M., Gädeken D, Flachowsky G (2004) Investigations on the water intake of lactating dairy cows. *Livest Prod Sci* 90:117–121 <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.03.005>
50. Khelil Arfa H, Boudon A, Maxin G, Favedrin B (2012) Prediction of water intake and excretion flows in Holstein dairy cows under thermoneutral conditions. *Animals* 10:1662–1676 <https://doi.org/10.1017/S175173111200047X>
51. Appuhamy JAD, Judy JV, Kabreab E, Kononoff PJ (2016) Prediction of drinking water intake by dairy cows. *J Dairy Sci* 99:7191–7205 <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10950>
52. Szabó F (2005) *Húsmarha-tenyésztés Mezőgazda Kiadó Budapest* pp 188
53. Nocek JE, Braund DG (1985) Effect of feeding frequency on diurnal dry matter and water consumption, liquid dilution rate, and milk: yield in first lactation. *J Dairy Sci* 68:2238–2247 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)81096-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)81096-1)

54. Maitera ON, Ogugbuaja VO, Barminas JT (2010) An Assessment of the Organic Pollution Indicator Levels of River Benue in Adamawa State, Nigeria. *J Environ Chem Ecotoxicol* 2:110–116
55. Osibanjo O, Daso AP, Gbadebo AM (2011) The Impact of Industries on Surface Water Quality of River Ona and River Alaro in Oluyole Industrial Estate, Ibadan, Nigeria. *Afr J Biotechnol* 10:557857:696–702
56. Chapman D (1996) *Water Quality Assessments. A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring* 2nd edition London F & FN Spon
57. Mohammad RK (2014) *Social Impact Assessment of Water Pollution: A Case Study of Dangshi River, Savar*. Unpublished M.A Dissertation in Governance and Development, Brac University, Dhakar Bangladesh
58. Butu AW, Bichi AA (2013) Assessment of Some Heavy Elements in Galma Dam, Zaria, Nigeria. *Int J Dev Sust* 2:686–696
59. Stroh J (2021) Water quality and concerns for beef cattle. <https://www.hubbardfeeds.com/blog/water-quality-and-concerns-beef-cattle>
60. Singh D, Tiwari A, Gupta R (2012) Phytoremediation of Lead from Wastewater Using Aquatic Plants. *J Agric Techn* 8:1–11
61. Gadberry S (2016) *Water for Beef Cattle - FSA3021* University of Arkansas. <https://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA-3021.pdf>
62. Sanchez WK, Mcguire MA, Beede DK (1994) Macromineral Nutrition by Heat Stress Interactions in Dairy Cattle: Review and Original Research. *J Dairy Sci* 77:2051–2079 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77150-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77150-2)
63. Challis DJ, Zeinstra JS, Anderson MJ (1987) Some effects of water quality on the performance of high yielding cows in an arid climate. *Vet Rec* 1:12–15
64. Herring A (2014) *Beef cattle production systems: Wallingford, Oxfordshire; Boston, MA: CABI*.
65. Kiss B (2017) A vízkezelés fontossága az állattartó telepeken. *Agronapló* 5:103
66. Rasby RJ, Walz TM (2011) *Water Requirements for Beef Cattle*. University of Nebraska-Lincoln Extension Publications. <https://beef.unl.edu/water-requirements-for-beef-cattle>
67. NRC (2001) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th Ed.)* National Academy Press, Washington, DC
68. Weeth HJ, Hunter LH (1971) Drinking of sulfate water by cattle. *J Anim Sci* 32:277–281 <https://doi.org/10.2527/jas1971.322277x>
69. Loneragan GH, Wagner JJ, Gould DH, Garry FB, Thoren MA (2001) Effects of water sulfate concentration on performance, water intake, and carcass characteristics of feedlot steers. *J Anim Sci* 79:2941–2948 <https://doi.org/10.2527/2001.79122941x>
70. Parich J (2019) *Beef Cattle Water Requirements and Source Management*. <http://extension.msstate.edu/publications/publications/beef-cattle-water-requirements-and-source-management>
71. Schütz KE, Huddart FJ, Cox NR (2019) Manure contamination of drinking water influences dairy cattle water intake and preference. *Appl Anim Behav Sci* 217:16–20 <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.05.005>
72. Linn J, Raeth-Knight M (2011) *Water Quality and quantity for dairy cattle*. <https://manitowoc.extension.wisc.edu/files/2010/05/Water-Quality-and-Quantity-for-Dairy-Cattle.pdf>
73. Rahimi M., Farhadi R, Mehdizadeh R (2013) Phytoremediation: Using Plants to Clean up Contaminated Soils with Heavy Metals. *Int J Agric Res Rev* 3:148–152
74. Chaitali VM, Jayashree D (2013) Review of Heavy Metals in Drinking Water and Their Effect on Human Health. *Int J Innov Res Sci, Eng Techn* 2:7
75. Thomas LC, Wright TC, Formusiak A, Cant JP, Osborne VR (2007) Use of Flavored Drinking Water in Calves and Lactating Dairy Cattle. *J Dairy Sci* 90:3831–3837 <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0085>
76. 201/2001. (X. 25.) Kormányrendelet
77. 21/2002. (IV. 25.) KöViM rendelet
78. CCME Canadian Council of Ministers of the Environment 2007 *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic*. Excerpt from publication No. 1299
79. Singh G, Kamal RK (2014) Application of Water Quality Index for Assessment of Surface Water Quality in Goa. *Curr World Environ* 9:994–1000 <https://doi.org/10.12944/CWE.9.3.54>
80. Tiwari AK, Singh PK, Mahato MK (2014) GIS-Based Evaluation of Water Quality Index of Groundwater Resources in West Bokaro Coalfield, India. *Curr World Environ* 9:843–850 <https://doi.org/10.12944/CWE.9.3.35>
81. Azua S (2018) *Analysis of SpatioTemporal Variability of Anthropogenic Activities in River Mu, Drainage Basin*. Unpublished PhD Thesis, ABU, Zaria, Nigeria
82. Hodúr C, Nagypál V, Fazekas Á, Nikóc E (2022) Blue and gray water footprint of some Hungarian milking parlors. *Water Pract Technol* 17:1378–1389 <https://doi.org/10.2166/wpt.2022.073>
83. Oliveira BR, Ribas NR, Machado FS, Lima JAM, Cavalcanti LFL, Chizzotti ML, Coelho SG (2018) Validation of a system for monitoring individual feeding and drinking behaviour and intake in young cattle. *Animal* 12:634–639 <https://doi.org/10.1017/S1751731117002002>
84. Bergsrud F, Linn J (1990) *Water quality for livestock and poultry*. Univ. of Minnesota, St. Paul. AG-FO-1864-D
85. Mancl KM, Eastridge ML (1993) Approaches for handling problems with water quality. *Tri-State Dairy Nutrition Conference*. 75–86
86. Zhao T, Zhao P, West JW, Bernard JK, Cross HG, and Doyle MP (2006) Inactivation of Enterohemorrhagic Escherichia coli in Rumens Content- or Feces-Contaminated Drinking Water for Cattle. *Appl Environ Microbiol* 72:3268–3273 <https://doi.org/10.1128/AEM.72.5.3268-3273.2006>
87. Lardner HA, Kirychuk BD, Braul L, Willms WD, Yarotski D (2005) The effect of water quality on cattle performance on pasture. *Austr J Agric Res* 56:97–104 <https://doi.org/10.1071/AR04086>
88. Lejeune JT, Besser TE, Merrill NL, Rice DH, Hancock DD (2001) Livestock drinking water microbiology and the factors influencing the quality of drinking water offered to cattle. *J Dairy Sci* 184:1856–1862 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74626-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74626-7)
89. Jurkovich V, Főris B, Végh Á, Kovács P, Könyves L, Brydl E (2012) Az állatjólét értékelése hazai tejtermelő tehenészetekben. *Magy Állatorvosok Lapja* 134:605–613

Közlésre érke.: 2023. febr. 6.