



TAKARMÁNYOZÁS A METÁN- CSÖKKENTÉS SZOLGÁLATÁBAN V. KASZÁLÁSTÓL A SILÓIG

**Szakértő
munkatársunk írása**
Állattenyésztési
Teljesítményvizsgáló Kft.

Bár a tömegtakarmány-növények betakarítási idejének helyes megválasztása és szakszerű tartósítása nem tartozik a közvetlen metán- (CH_4 -) csökkentő eljárások közé, takarmányminőségre gyakorolt hatásuk révén mégis befolyásolhatják a tejhasznú szarvasmarhák enterális CH_4 -kibocsátását. E közvetett hatás értékeléséhez a korábbi írásainkban már bemutatott három mutató használható: a napi CH_4 -kibocsátás ($\text{g CH}_4/\text{nap}$), a CH_4 -hozam ($\text{g CH}_4/\text{kg DMI}$) és a CH_4 -intenzitás ($\text{g CH}_4/\text{kg tej}$, $\text{g CH}_4/$

kg ECM vagy $\text{g CH}_4/\text{kg FPCM}$). (*DMI: dry matter intake – szárazanyag-felvétel; ECM: energy-corrected milk – energiakorrigált tej; FPCM: fat- and protein-corrected milk – zsír- és fehérjekorrigált tej.*) Az első döntően a bendőben fermentálódó szerves anyag mennyiségével, a második a takarmány bendőbeli lebomlási dinamikájával és a keletkező illó zsírsavak (volatile fatty acids, VFA-k) moláris arányaival, a harmadik pedig a termelési hatékonysággal áll kapcsolatban.

Optimális betakarítási idő – kedvezőbb CH_4 -kibocsátási mutatók

A fenológiai fejlődés előrehaladtával a tömegtakarmány-növényekben szárazanyagra vetítve rendszerint nő a sejtfalalkotók aránya (amelyet az emelkedő NDF- és ADF-tartalom jelez), míg a fokozódó ligninbeépülés (magasabb ADL-tartalom) és a lignin-szénhidrát kapcsolatok erősödése következtében csökken az NDF emészthetősége. (*NDF: neutral detergent fibre – neutrális detergens rost; ADF: acid detergent fibre – savdetergens rost; ADL: acid detergent lignin – savdetergens lignin.*) A gyengébb rostemészthetőség lassíthatja a takarmány bendőbeli lebomlását és mérsékelheti a passzázssebességet,

ami a bendőtelttség fokozásán keresztül korlátozhatja a DMI-t. A rostosabb takarmányok fermentációja során – a korábban betakarított, könnyebben emészthető tételekhez képest – emellett nőhet a VFA-profilban az acetát:propionát aránya is. (*Az acetát az ecetsav, a propionát a propionsav disszociált, anionos formája.*) Ennek az enterális CH_4 -kibocsátás szempontjából azért van jelentősége, mert az acetátképződés – nettó hidrogéntermelő fermentációs útvonalként – bővíti a metanogenezishez rendelkezésre álló redukáló ekvivalensek, elsősorban a hidrogén kínálatát, szemben a nettó hidrogénfelhasználó propionátszintézissel.



Kései betakarítás esetén így a CH_4 -hozam kedvezőtlen irányba mozdulhat, és a tejtermelés visszaesésével a CH_4 -intenzitás is emelkedhet – még akkor is, ha a kisebb DMI miatt nem feltétlenül nő az abszolút napi CH_4 -kibocsátás.

Az optimális fenofázisban végzett betakarítás ezzel szemben rendszerint jobb rostemészthetőséget, valamint gyorsabb bendőbeli lebomlást és pasz-

százt eredményez, ami nagyobb DMI-t és tejhozamot tehet lehetővé. Ilyenkor az abszolút napi CH_4 -kibocsátás – a bendőben erjedő több szerves anyag és az adag fermentációs sajátosságai miatt – nem biztos, hogy alacsonyabb, sőt akár emelkedhet is. Ezért **az emissziós előny elsősorban nem a napi CH_4 -kibocsátás mérséklődésében, hanem a CH_4 -hozam és a CH_4 -intenzitás csökkenésében mutatkozik meg.**



A betakarítás időzítésének jelentőségét jól szemlélteti Warner és mtsai.-nak (2017) perjeszilázssal végzett kísérlete, amelyben a leveles állapottól a késői kalászosáig tartó növényi érés során a szervesanyag-emészthetőség 12%-kal csökkent, míg a takarmányozott állatok napi CH_4 -kibocsátása 13%-kal, CH_4 -hozama 21%-kal, CH_4 -intenzitása pedig 28%-kal emelkedett. Hasonló tendenciát figyeltek meg Brask és mtsai. (2013) is laktáló holstein-fríz tehenek fű-here keverékszilázsra alapozott etetésekor: a növények első növedékének korai kaszálásából származó, alacsonyabb rosttartalmú szilázs esetében a felvett bruttó energiára jutó CH_4 -veszteség kisebb volt, mint a három héttel később, érettebb állapotban betakarított, szintén az első növedékből készült takarmánynál (361 vs. 515 g aNDFom/kg sza., illetve 6,1 vs. 6,7% felvett bruttóenergia-arányos CH_4 -veszteség). (aNDFom: *amylase-treated neutral detergent fiber, corrected for residual ash – amilázssal kezelt, hamumentes NDF.*)

A betakarítási időpont CH_4 -emissziós hatása azonban nem függetleníthető a teljes takarmányadag összetételétől. Hansen és mtsai.-nak (2022) angol-

perjére épülő vizsgálatában a rövidebb újrasarjadási idő után kaszált fű nagyobb DMI-t (19,2 vs. 17,5 kg DMI/nap) és magasabb tejhozamot eredményezett (23,4 vs. 21,1 kg/nap), mint a hosszabb újrasarjadási idő után betakarított, fejlettebb állomány. A kalkulált CH_4 -hozam és CH_4 -intenzitás ugyanakkor nem mutatott szignifikáns változást. Statisztikailag igazolható emissziócsökkenés kizárólag a későbbi fenofázisú fű abrakkiegészítésekor jelentkezett, amikor az abrak nélküli kontrollcsoport 22,6 g CH_4 /kg DMI értéke 19,5 g-ra süllyedt. A CH_4 -intenzitás értéke ugyanebben az összehasonlításban szintén mérséklődött (14,9 vs. 13,1 g CH_4 /kg ECM), de a különbség nem bizonyult szignifikánsnak. Mindez arra utal, hogy **a betakarítási időpont emissziós következményét nem önmagában, hanem a teljes takarmányadag szintjén**, különösen a rost:abrak arány, valamint az adag energiasűrűségének együttes figyelembevételével **kell értelmezni.**

A **kalászos gabonák teljesnövény-szilázsainál hasonló összefüggések figyelhetők meg.** Galyon és mtsai.-nak (2026) laktáló holstein-fríz tehenekkel



végzett kísérletében a zászlóslevél-kalászhányás körüli stádiumban betakarított tritikálé szilázsának NDF- és ADL-tartalma alacsonyabb volt, mint a korai viaszérésben levágott állományból készültek. (Lásd a táblázatot.) Bár e két fenofázis összevetésében a szilázs keményítőtartalma szá.-alapon 2,2-ről 4,6%-ra nőtt, ez nem ellensúlyozta a rostfrakció kedvezőtlen

változásait (a lignintartalom növekedését és az NDF-emészthetőség gyengülését). (szá.: szárazanyag.) Ennek megfelelően a később betakarítású tritikálé-szilázs esetében a tehenek napi CH_4 -kibocsátása, CH_4 -hozama és CH_4 -intenzitása egyaránt meghaladta a korábbi fenofázisú növényből készült szilázst fogyasztó állatokét.

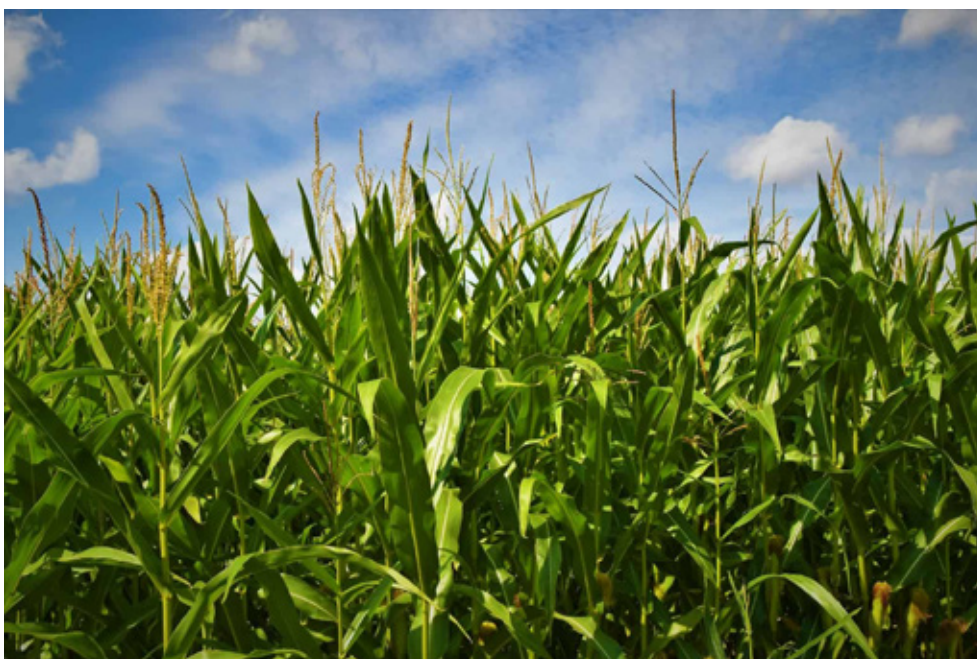
Táblázat: Példa a betakarítási időpont szilázsbeltartalmi jellemzőkre, tejtermelésre és enterális CH_4 -kibocsátási mutatókra gyakorolt hatására

Mutató	Tritikálé betakarítási ideje	
	Zászlóslevél-kalászhányás	Korai viaszérés
Nyersfehérje-tartalom (% szá.)	16,7	8,7
NDF (% szá.)	51,1	62,6
ADL (% szá.)	3,7	6,4
Keményítő (% szá.)	2,2	4,6
Teljes emésztőrendszerbeli NDF-emészthetőség (%)	59,4	54,5
Tejtermelés (kg/nap)	46,9	43,4
Napi CH_4 -kibocsátás (g/nap)	368	391
CH_4 -hozam (g/kg DMI)	13,6	15,2
CH_4 -intenzitás (g/kg termelt tej)	7,8	9,0

Forrás: Galyon és mtsai. (2026).

A silókukorica érése során a vegetatív részek **rost-emészthetősége fokozatosan romlik, miközben** a szemek keményítőbeépülése **növeli a teljes növény keményítőtartalmát és energiasűrűségét**. Hatew és mtsai. (2016) tejelő tehenekkel végzett vizsgálatukban négy érési stádiumban (25%, 28%, 32% és 40% szá.-tartalom mellett) betakarított kukoricaállományból készült szilázsokat hasonlítottak össze. Az érettebb, 40%-os szá.-tartalmú kukorica szilázsának etetése-

kor – lényegében változatlan DMI és tejtermelés mellett – szignifikánsan csökkent a tehenek napi abszolút és fajlagos CH_4 -kibocsátása. E kedvező környezeti hatás elsősorban az érettebb kukoricaszilázs nagyobb keményítőtartalmával – amely a két szélső stádium között 275-ről 385 g/kg szá.-ra nőtt –, illetve a keményítő lassabb bendőbeli lebomlásával hozható összefüggésbe. A bendőfolyadék VFA-profilja azonban nem változott statisztikailag igazolhatóan.



A pillangós tömegtakarmányoknál a betakarítás időpontja elsősorban a levél-szár arány, a fehérje- és rosttartalom, a rostemészthetőség, valamint az ízletesség változásán keresztül hat a DMI-re, a tejtermelésre és közvetve a CH_4 -kibocsátási mutatók alakulására. A korábbi fenológiai stádiumban levágott állományok – későbbi kaszálásúakhoz viszonyított – kedvezőbb rostemészthetősége és tápanyagértéke nagyobb DMI-t eredményezhet, ami az abszolút napi CH_4 -kibocsátás emelkedésével járhat. A CH_4 -hozam

ugyanakkor alacsonyabb lehet, ha a DMI növekedési üteme meghaladja a napi CH_4 -kibocsátását. Amennyiben a jobb takarmányminőség érdemi tejtermelési többlettel társul, a CH_4 -intenzitás szintén mérséklődik. Kései betakarításkor viszont **a nagyobb szárhányad, az esetleges levélvesztés, valamint a sejtfalalkotók arányának növekedése és fokozódó lignifikációja miatt gyengülhet a rostemészthetőség, ami kedvezőtlenül befolyásolhatja a fajlagos CH_4 -mutatókat.**

Szénakészítés a kisebb fajlagos CH_4 -kibocsátásért

A szárítás célja a takarmány nedvességtartalmának olyan szintre – a gyakorlatban rendszerint 15–20% körüli értékre – csökkentése, amely mellett a mikrobiológiai romlás, a felmelegedés és a tárolási veszteség kockázata alacsony, a széna pedig biztonságosan raktározható. Az enterális CH_4 -kibocsátás szempontjából azonban nem önmagában a vízelvonás ténye, hanem **sokkal inkább az meghatározó, hogy a szénakészítés technológiai folyamata során mennyire sikerül megőrizni a szárnál jobban emészthető, táplálóérték szempontjából értékeesebb leveles növényi részeket, illetve milyen mértékben kerülhetők el a légzési, kilúgzási, levélpergési és tárolási veszteségek.**

Megfelelő időjárási feltételek mellett, fenológiai stádiumhoz igazított kaszálással, gyors fenytyasztással, valamint kíméletes és megfelelően időzített rendkezeléssel nagy takarmányozási értékű széna készíthető, amelynek jó rostemészthetősége és ízletessége elősegítheti a nagyobb DMI-t és a

hatékonyabb takarmányértékesülést. Bendőéletteni szempontból emellett fizikailag hatékony NDF-et (physically effective NDF, peNDF) is biztosít, így serkenti a kérődzést és a pufferhatású nyálelválasztást, hozzájárulva ezzel a bendőműködés stabilitásához.

A megkésett kaszálás, az elhúzódó száradás, a csapadékhatal vagy a túl száraz növényanyagon végzett, intenzív rendkezelés ugyanakkor jelentős mennyiségi és minőségi veszteségeket okozhat. Idowu és mtsai.-nak (2013) összegzése szerint mintegy 25 mm csapadék átlagosan 17%-os szá.-veszteséggel, az NDF-tartalom közel 6 százalékpontos emelkedésével és az emészthető szá.-tartalom mintegy 7 százalékpontos csökkenésével járhat, míg maga a rendkezelés 1–20% közötti szá.-veszteséget okozhat. Pillangósok esetében különösen kritikus kockázati tényező a levélpergés: **a levelek elvesztésével visszamaradó széna szárazabbá, rostosabbá és nehezebben emészthetővé válik, ami visszavetheti a DMI-t, és ronthatja a takarmányhasznosulást.**



Gyengébb minőségű, levélvesztett vagy csapadékkárt szenvedett széna etetésekor a jó minőségű bázistakarmányhoz képest **kisebb lehet a szarvasmarhák abszolút napi CH_4 -kibocsátása**, ha az állatok a takarmányfelvétele csökken. Ez azonban **nem jelent valódi emissziós előnyt**, mert nem a fermentációs folyamatok kedvező irányú változásából ered. **A takarmányminőség romlásakor elsősorban a CH_4 -intenzitás nőhet** a gyengébb takarmányértékesülés következtében. A CH_4 -hozam ebben az esetben is az egységnyi DMI-re jutó fermentálható szerves anyag mennyisége, a rost emészthetősége, a bendópasszázs sebessége és az erjedési végtermékek aránya szerint alakul.

Boadi és Wittenberg (2002) vizsgálatukban holstein-fríz, valamint charolais x szimentáli növendékuszókat etettek különböző tápértékű szénákkal, ad libitum, illetve kontrollált takarmányfelvétel mellett. A vizsgált

szénák *in vitro* szervesanyag-emészthetősége 61,5%, 50,7% és 38,5% volt, ami jó, közepes és gyenge takarmányminőséget képviselt. A tej- és húshasznú üszők napi CH_4 -termelése között nem volt szignifikáns különbség, **a széna minősége viszont statisztikailag igazolható hatást gyakorolt az állatok enterális CH_4 -kibocsátására**. A jó és közepes szervesanyag-emészthetőségű szénák ad libitum etetése nagyobb napi emisszióval járt, mint a gyenge minőségűé, ami elsősorban a DMI növekedésére vezethető vissza. Kontrollált takarmányfelvétel esetén azonban nem mutatkozott érdemi eltérés. **Az emészthető-szervesanyag-felvételre vetített CH_4 -termelés (CH_4 -hozam) a gyenge minőségű széna esetében volt a legmagasabb**. Ez feltehetően azzal magyarázható, hogy a nagy mennyiségű, rosszabbul emészthető rost, valamint a hosszabb bendőbeli tartózkodási idő az acetátképző, hidrogéntermeléssel járó fermentációs irány relatív erősödésének kedvezett.

Szilázskészítés: stabil erjedés, kisebb veszteség, jobb fajlagos kibocsátási mutatók

A silózás elsődleges célja a betakarított növény tápanyagainak megőrzése minimális szá.- és energiaveszteség mellett. *(A különböző tömegtakarmány-típusok és a szarvasmarhák enterális CH_4 -termelése közötti összefüggéseket előző írásunkban már ismertettük, ezért itt ezekre nem térünk ki. Nem tárgyaljuk továbbá a szénázokat sem, lévén, hogy azok CH_4 -kibocsátási szempontból nem tekinthetők önálló kategóriának.)* Jó minőségű szilázs a növényfajhoz, a fenológiai stádiumhoz és a szá.-tartalomhoz igazított technológiával készíthető. Ennek elemei az optimális betakarítási időpont megválasztása, szükség esetén a fonnyasztás, a talajszennyeződés minimalizálása, a szecskahossz szakszerű beállítása, silókukorica esetében a hatékony szemroppantás, valamint az időben végzett betárolás, a gondos tömörítés és a légmentes lezárás. Ezek együtt teremtik meg a gyors pH-csökkenésen alapuló, kedvező tejsavas erjedés és az aerob tárolási stabilitás feltételeit.

A silózás az alapanyag tápértékének megőrzésén, illetve a szilázs erjedési minőségén és aerob stabilitásán keresztül befolyásolja az enterális CH_4 -kibocsátás alakulását. A betakarításkori fenofázis, az alapanyag szá.- és rosttartalma, emészthetősége, a szilázs erjedési profilja, valamint a tárolási és kitárolási veszteségek elsősorban a takarmányfelvételben, a bendőfermentáció irányában (beleértve az

illózsírsav-profil moláris arányainak eltolódását is), a passzázs kinetikában és a termelési hatékonyságban bekövetkező változásokon keresztül gyakorolnak hatást az emisszióra. A szilázsminőség közvetett emissziós szerepe azonban csak a teljes takarmányadag összetételével, a tényleges DMI-vel és a termelési válasszal összefüggésben értelmezhető (van Gastelen és mtsai., 2019; Hristov és mtsai., 2022).



Fonnyasztásra a közvetlen silózáshoz túl nagy nedvességtartalmú alapanyagok (például a pillangósok, fűfélék, korai fenológiai stádiumban betakarított kalászosok és egyes cirokfélék) esetében kerül sor. A szá.-tartalom növelése hozzájárul a csurgalék-képződésből eredő veszteségek csökkentéséhez, valamint mérsékli a vajsavas, klosztridiumos erjedés, a túlzott fehérjebomlás



és az ammónia-nitrogén ($\text{NH}_3\text{-N}$; azaz a szilázs teljes nitrogéntartalmának ammónia/ammónium formájában jelen levő hányada) felhalmozódásának kockázatát, amellyel jobb erjedési minőség és nagyobb takarmányfelvétel alapozható meg.

A **szecskahossz** a siló tömöríthetősége, a TMR homogenitása és a fizikai rosthatás szempontjából meghatározó. A **túl hosszú szecska** rontja a tömöríthetőséget, növeli a levegő-visszamaradás, valamint a silóbontás utáni aerob romlás és az azzal járó felmelegedés kockázatát. Emellett elősegítheti a TMR válogatását is, ami a tervezettől eltérő keményítő:NDF arányú adag felvételéhez vezet. A **túl rövid szecska** ezzel szemben javítja a silótömöríthetőséget, de csökkenti a peNDF mennyiségét, amelynek következtében mérséklődhet a kérődzés és a pufferhatású nyálelválasztás. A megfelelő szecskahossz ezért fontos tényező a stabil DMI, a kielégítő peNDF-ellátottság és a kiegyensúlyozott bendőműködés fenntartásában.

Kukoricaszilázs esetében a hatékony szemroppantás elősegíti a silóanyag jobb tömöríthetőségét és a gyorsabb tejsavas erjedést, majd a takarmány bendőbe kerülésekor – a szecskaméret módosítása nélkül is – jelentősen növeli a feltárt szemrészek amilolitikus mikrobák számára hozzáférhető fajlagos felületét. Ez fokozza az endospermiumban levő keményítő teljes emésztőrendszeri emészthetőségét (Ferraretto és Shaver, 2012; Ferraretto és mtsai., 2018), amelynek következtében csökken annak trágyával ürülő mennyisége, illetve kedvezőbbé válhat a takarmányértékesülés és a tejtermelés hatékonysága – akár a DMI érdemi növekedése nélkül is. A kellően hosszú tárolás szintén növeli a keményítő feltártságát, különösen a keményebb, üvegebb endospermiumú hibridek esetében.

Amennyiben a szemroppantás és a tárolás hatására nő a keményítő mikrobiális hozzáférhetősége, a bendőfermentáció során emelkedhet a propionátképződés relatív aránya, ami az acetát:propionát arány csökkentésével valamelyest mérsékli a metanogenezist. Az abszolút napi CH_4 -kibocsátás volumene viszont mégis stagnálhat vagy növekedhet, ha nagyobb DMI révén több fermentálható szerves anyag jut a bendőbe. Ebből adódóan, a CH_4 -hozam csökkenésének ilyenkor az a feltétele, hogy a napi CH_4 -kibocsátás változatlan maradjon, vagy

kisebb arányban nőjön, mint a DMI. A CH_4 -intenzitás pedig akkor alakul előnyösen, ha a hatékonyabb energiaellátás és takarmányértékesülés érdemi tejtermelési, illetve ECM- vagy FPCM-többlettel társul. A teljes TMR szintjén a keményítő feltártságából adódó fermentációs előnyök csak megfelelő szecskahossz, kielégítő peNDF-ellátottság és stabil bendő-pH mellett érvényesülnek. Az elégtelen peNDF-ellátottság vagy a könnyen lebomló szénhidrátok túlzott aránya ugyanis rontja a rostlebontás hatékonyságát, és növeli a szubakut bendőacidózis kockázatát (Beauchemin és mtsai., 2005; Zebeli és mtsai., 2012). Ez közvetve a fajlagos CH_4 -mutatók alakulását is kedvezőtlenül befolyásolja.

A jó minőségű szilázs ízletes, jól emészthető, erjedése tejsavas dominanciájú, és nem mutat túlzott fehérjelebomlásra, penészedésre, valamint vajsavas romlásra utaló jeleket. Megfelelő erjedés esetén a tejsav meghatározó szerepet játszik a gyors pH-csökkenésben, a hatékony tartósításban és az energiavesztesség mérséklésében (Ward, 2008). A magas vajsavtartalom többnyire klosztrídiumos erjedésre, míg a magas $\text{NH}_3\text{-N}$ -arány fokozott fehérjelebomlásra és gyengébb tápanyagmegőrzésre utal. Az ecetsav kis mennyisége javítja az aerob stabilitást, magas szintje viszont – különösen egyéb nemkívánatos erjedési végtermékekkel együtt – ronthatja az ízletességet és csökkentheti a DMI-t. Ward (2008) vizsgálati eredményei is arra utalnak, hogy **a nagyobb nedvességtartalmú, nem megfelelő erjedési profilú szilázsokban felhalmozódó kedvezőtlen erjedési végtermékek** (szerves savak, ammónia, fehérjelebomlásból származó aminok) **visszavethetik a takarmányfelvételt.**

A silóbontás utáni aerob stabilitás takarmányminőségi és emissziós szempontból egyaránt meghatározó. A levegővel érintkező szilázsban utóromlás indulhat meg, ami szá.- és energiavesztességgel, az ízletesség romlásával, valamint a DMI és a tejtermelés csökkenésével járhat. Az aerob stabilitás javításának fő célja ezért a kitárolási veszteségek mérséklése és a takarmányfelvétel visszaesésének megelőzése, ami közvetetten hozzájárulhat a fajlagos CH_4 -kibocsátási mutatók kedvezőbb alakulásához.

Az erjedési hibák és az aerob romlás emissziós következményei elsősorban a DMI, az emészthetőség és a termelési hatékonyság változásaiban



nyilvánulnak meg. Ha a gyengébb erjedési minőség vagy a silóbontás utáni romlás jelentősen visszaveti a DMI-t, az abszolút napi CH_4 -kibocsátás csökkenhet; ám ez nem a takarmány hatékonyabb hasznosulását, hanem a takarmányfelvétel visszaesését tükrözi. Amennyiben viszont a DMI érdemben nem változik, de a takarmány gyengébb emészthetősége – különösen a rostfrakció lassabb bendőbeli lebomlása – az

acetát relatív arányának emelkedése felé tolja el a VFA-profil, a metanogenezishez rendelkezésre álló hidrogénkínálat bővül. Ennek következtében a napi CH_4 -kibocsátás stagnálhat vagy emelkedhet, a CH_4 -hozam pedig növekedhet. Ha ezzel párhuzamosan a tejtermelés visszaesik, a CH_4 -intenzitás szintén kedvezőtlenül alakul.



Mivel a szilázs-erjedési problémák és az enterális CH_4 -kibocsátás közvetlen kapcsolata kevésbé kutatott, az itt bemutatott összefüggések főként közvetett takarmányozási és emésztésélettani mechanizmusokon alapulnak. A témához legközelebb Kamiya és mtsai.-nak (2023) vizsgálata áll, amelyben kiváló és gyenge erjedési minőségű kukoricaszilázsok hatását hasonlították össze. A gyenge minőségű szilázssal takarmányozott teheneknél a DMI csökkenő, míg a CH_4 -hozam növekvő tendenciát mutatott.

A szilázs-adalékanyagok és a mikrobiális oltóanyagok az erjedési folyamat szabályozásán, a pH-csökkenés gyorsításán, a tápanyagok megőrzésén és az aerob stabilitás javításán keresztül fejtik ki hatásukat. A homofermentatív tejsavbaktériumok (például egyes *Lactobacillus plantarum* törzsek) főként a gyors savanyodást és a tápanyagmegőrzést támogatják, míg egyes heterofermentatív törzsek (például a *Lactobacillus buchneri*) a szilázs aerob stabilitását javíthatják (Liu és mtsai., 2022). E készítmények hatékonysága a mikrobiális törzstől, a szilázsalapanyagtól, az alkalmazott dózistól, a silózási technológiától és a teljes takarmány-adag összetételétől függ. **CH_4 -hatásuk a jobb szilázsminőség, a kisebb kitérési veszteség, a stabilabb DMI és a kedvezőbb tejtermelési hatékonyság következményeként vezethető le.**

Ha viszont e tényezőkben nincs érdemi változás, akkor a napi és fajlagos CH_4 -kibocsátási mutatókban sem várható számottevő elmozdulás; ezt a következtetést támasztja alá Ellis és mtsai.-nak (2016) fűszilázs-inokulálási vizsgálata is.

Összességében a tömegtakarmányok betakarításának és tartósításának enterális CH_4 -kibocsátásra gyakorolt hatását a teljes takarmányozási rendszer részeként kell értékelni. Az emissziós következmények előrejelzése és megítélése azonban összetett feladat, mivel azokat számos, egymással kölcsönhatásban álló tényező együttesen határozza meg. Az optimális betakarítási idő, a megfelelő szá.-tartalom, a jó erjedési minőség és az aerob stabilitás biztosítása, valamint a betakarítási, tárolási és kitérési veszteségek visszafogása közvetve, az egyenletesebb takarmányfelvétel, a mérsékeltebb bendő-pH-ingadozás, a kiegyensúlyozottabb bendőfermentáció és a jobb termelési hatékonyság révén befolyásolja a szarvasmarhák enterális CH_4 -kibocsátását. A környezeti hatás értékelésekor nem pusztán az abszolút napi CH_4 -kibocsátás alakulását, hanem a CH_4 -hozamot és különösen a CH_4 -intenzitást is figyelembe kell venni.

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

