



TAKARMÁNYOZÁS A METÁN- CSÖKKENTÉS SZOLGÁLATÁBAN IV.

ENTERÁLIS METÁNKIBOCSÁTÁS KÜLÖNBÖZŐ TÖMEG-
TAKARMÁNYOK ROSTMINŐSÉGÉNEK TÜKRÉBEN

Szakértő
munkatársunk írása
Állattenyésztési
Teljesítményvizsgáló Kft.

A szarvasmarhák tömegtakarmányainak szénhidrátjai összetett élettani funkciót töltenek be. A bendőben fermentálható hányaduk hasznosítható szubsztrátot biztosít a takarmánylebontásban részt vevő mikrobapopuláció számára. E mikrobiális folyamatok fő végtermékei az állatok elsődleges energiaforrásként szolgáló illó zsírsavak (volatile fatty acids, VFA-k), miközben a fermentációt elkerülhetetlen energiavesztésként metán (CH_4) képződése is kíséri. Ezzel párhuzamosan a strukturális rost – mechanikai hatásán keresztül – keresztül stimulálja a rágást és a kérődzést, fokozza a nyáltermelést, a nyál pufferkapacitása révén pedig hozzájárul a bendő-pH stabilitásához. Emellett fontos szerepet játszik a bendőfolyadék felszínén úszó rostmatrac kialakulásában és fenntartásában is, amely elősegíti a mikrobák takarmányrészecske-felszíni kolonizációját, serkenti a bendőmozgásokat, és támogatja a megfelelő passzázsdinamikát.

A felsorolt funkciók érvényesülése elsősorban a tömegtakarmányok rosttartalmától és a rost minőségétől – például kémiai összetételétől, emészt-

hetőségétől, bendőbeli lebomlási dinamikájától – függ. Mivel e sajátosságokat jelentősen befolyásolja a növényi sejtfal szerkezete és lignifikációjának foka, felmerül a kérdés: vajon a C3-as és C4-es fotoszintézisutató követő növények anatómiai és élettani különbségei mennyiben társulnak eltérő rostminőségi és fermentációs jellemzőkkel? Jelen írás először erre keres választ, majd bemutatja, hogy egyes tömegtakarmányok rostminősége miként hat a bendőfermentációra és az állatok enterális CH_4 -kibocsátására.



Lehet következtetni az enterális CH₄-képződés alakulására a fotoszintézis típusa alapján?

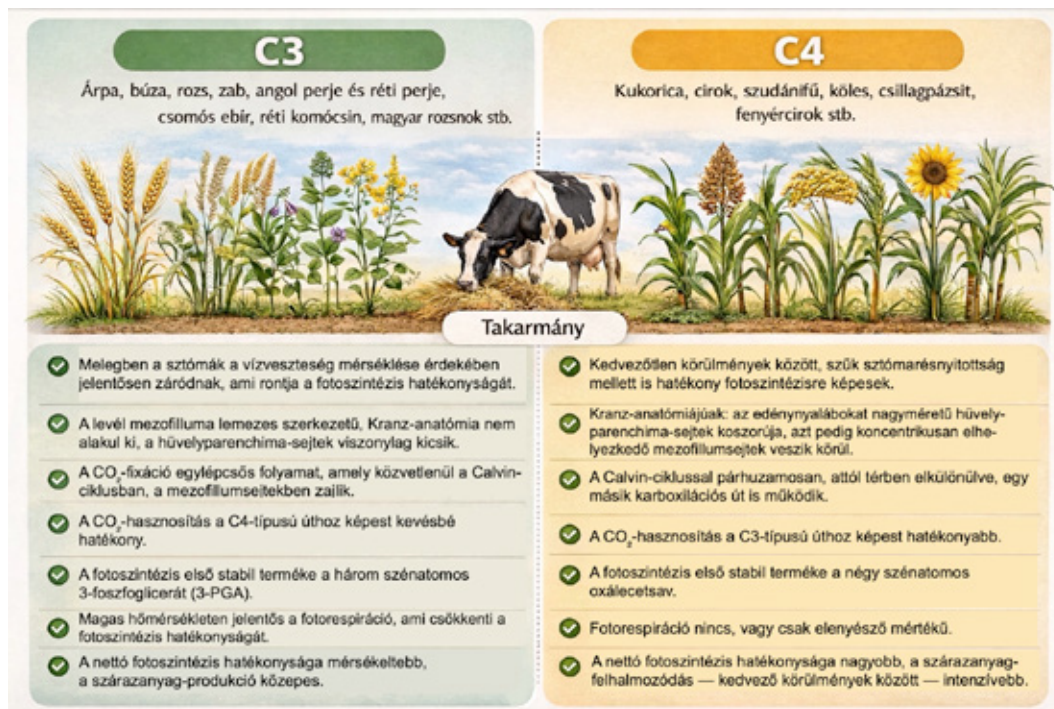
A szárazföldi növények a szén-dioxid-fixációjuk biokémiai útvonalai alapján három fő fotoszintézis-típusba – C3, C4 és CAM – sorolhatók, amelyekhez részben más anatómiai és élettani sajátosságok társulnak. (Noha a CAM-anyagcsere a szárazságtűrés egyik legfontosabb biológiai mechanizmusa, cikkünk csupán a szarvasmarhák takarmányozásában meghatározó C3-as és C4-es növényekre szorítkozik.)

Az eltérő szénasszimilációs útvonalak túlmutatnak a biokémiai folyamatokon: a levélszövetek anatómiai felépítésében is megnyilvánulnak, és ezen keresztül **közvetett hatással lehetnek az NDF-frakció beldőbeli emészthetőségére, valamint a mikrobiális fermentáció kinetikájára.** (NDF: *neutral detergent fibre – neutrális detergens rost.*)

A kérődzők takarmányozásában meghatározó növények közül a mérsékelt égövi fű- és kalászos gabonafélék többsége, illetve a pillangósok C3-as, míg a kukorica, a cirok és a szudánifű C4-es fotoszintézist folytatnak. A két növénycsoport eltérő mechanizmussal köti meg a légköri szén-dioxidot. **A C4-es anyagcsereút nagyobb fényintenzitás, magasabb hőmérséklet és korlátozott vízellátás mellett rendszerint hatékonyabb vízhasznosítást tesz lehetővé:** klasszikus adatok szerint (Black, 1973) 1 g szárazanyag előállításához a C4-es növények mintegy 250–350 g, míg a C3-as fajok 450–950 g vizet transzspirálnak.

E kedvezőbb vízhasznosítási hatékonyság azonban nem jelent automatikusan nagyobb aszálytűrést. A kukorica például jelentős zöldtömege és nagy terméshozama miatt folyamatos vízellátást igényel, különösen a címerhányás, a virágzás és a szemkitelődés időszakában. Ezért a hazai nyári klimatikus szélsőségek (extrém hőhullámok, tartós talajvízhiány, szélsőséges csapadéeloszlás stb.) e növénykultúrában is súlyos terméskiesést okozhatnak.

Ábra: A C3- és C4-es növények élettani és anatómiai sajátosságai



Forrás: Tuba és Csintalan (1999) alapján saját összeállítás.

Archimède és mtsai. (2011) metaanalízisükben 22 *in vivo* vizsgálat 112 kezelését összegezték, amelyek 58 C3-as és 28 C4-es fűfélére, valamint 26 mérsékelt égövi és 12 melegégövi pillangósra terjedtek ki. Az elemzés kizárólag tömegtakarmányból álló adagokra irányult, de nem foglalta magában a kukoricát és a cirkot. A modellben figyelembe vett tényezők között

szerepelt az állatfaj, a növénycsalád, a szárazanyag-felvétel (dry matter intake, DMI), az adag NDF- és nyersfehérje-tartalma, a teljes emésztőtraktusra vetített szervesanyag-emészthetőség, valamint pillangósok esetében a tanninszint is. A metaanalízis alapján a C4-es fűféléken tartott kérődzők egysejti szervesanyag-felvételre vetített CH₄ kibocsá-



tása volt a legnagyobb; ez szignifikánsan ($p < 0,05$), átlagosan mintegy 17%-kal haladta meg a C3-as fűféléken tartott állatokét és kb. 20%-kal a melegégyővi pillangósokat fogyasztókét. A C3-as fűfélék és a mérsékelt égyővi pillangósok között nem mutatkozott statisztikailag igazolható különbség. A vizsgált takarmányminőségi mutatók jelentős szóródást mutattak, ugyanakkor a C3-as, illetve C4-es fűfélék NDF- és nyersfehérje-tartalmának, valamint szervesanyag-emészthetőségének intervallumai részben átfedték egymást.

Rostminőség, bendőfermentáció és enterális CH_4 -kibocsátás

Mint ahogy a bevezetőben már utaltunk rá, az enterális CH_4 -termelés mikrobiális hátterének megértéséhez a rost mennyisége mellett annak minőségét is figyelembe kell venni. Az utóbbi fontos eleme például az NDF potenciálisan emészthető (potentially digestible NDF, pdNDF) és emészthetetlen (undigestible NDF, uNDF) frakcióinak aránya, valamint

Ezen eredmények, valamint más szakirodalmi adatok (például Ku-Vera és mtsai., 2020) egyaránt arra utalnak, hogy **az enterális CH_4 -kibocsátás alakulása nem vezethető le önmagában a fotoszintézis típusából**. Bár a C3-as és C4-es növények élettani és anatómiai jellemzői takarmányozási szempontból is relevánsak, CH_4 -képződésre gyakorolt hatásuk főként a sejtfal összetételéhez és a rost emészthetőségéhez kapcsolódó bendőbeli lebomlási sajátosságokon keresztül érvényesül.

az is, hogy a pdNDF mekkora része válik ténylegesen hozzáférhetővé a bendőmikrobák számára, milyen ütemben bomlik le, és mennyi ideig tartózkodik a bendőben. A továbbiakban e megközelítés alapján tekintjük át, hogy egyes takarmánynövény-csoportok bendőbeli erjedésének jellemzői miként befolyásolják a metanogenezis alakulását.



Anatómiai sajátosságaikból adódóan **a fűfélék NDF-tartalma rendszerint felülmúlja a pillangósokét**. (Lásd a táblázatot.) A korai kaszálású, nagy levélhányadú állományok szilázsai és szénái kedvező pdNDF:uNDF arányuk révén értékes, jól fermentálható rostforrások. (A továbbiakban a szilázmegnevezést gyűjtőfogalomként használjuk az erjesztett tömegtakarmányokra.) Az előrehaladott fenológiai stádiumban betakarított, szárasabb növények sejtfala ugyanakkor a fokozott lignifikáció (nagyobb uNDF-hányad) miatt már súlyos fizikai és kémiai gátat szab a mikrobiális enzimek működésének. Ilyenkor a rostlebomlás mérséklődhet, a takarmányrészecskék bendőbeli tartózkodása pedig megnyúlhat, ami

kedvezőtlenül befolyásolhatja a DMI-t, valamint a hasznosítható nettó energia mennyiségét.

Mindemellett még a fiatalabb fűfélék esetében is számolni kell **a pillangósokhoz viszonyítva lassabb fizikai aprózódással**. Strukturális sajátosságaik miatt ugyanis e növények rostja általában rugalmasabb és kevésbé törékeny, ezért **hosszabb időt vehet igénybe, amíg a takarmányrészecskék eléri a passázshoz szükséges mérettartományt**. Ez a tulajdonság a túlérve kaszált fűfélékből készült szilázsok és a durvább fűszénák esetében válik igazán kritikussá, amelyeknél a lassú fizikai aprózódás a nagyobb uNDF-tartalommal társulva halmozottan korlátozza a bendő kiürülését és a takarmányfelvételt.



Táblázat: Néhány tömegtakarmány-típus főbb rostjellemzői (85 ország adatai alapján, 2000. I. 5. – 2026. V. 15.)

Tömegtakarmány típusa	Jellemző (átlag ± 1 SD)		
	NDF-tartalom (% szá.)	NDFd _{30om} (% NDF)	uNDF _{240om} (% NDF)
Fűszéna	55–67	39–64	14–22
Fűszilázs	52–66	48–69	10–25
Pillangós széna	34–43	38–48	15–21
Pillangós szilázs	38–49	41–59	12–19
Kukoricaszilázs	37–48	49–64	7–12
Szudánifűszilázs	57–67	48–66*	9–19*
Kalászos szilázsok			
búza	50–62	51–62*	12–13*
árpa	49–62	62–64	5–37
rozs	51–64	58–81*	5–15*
tritikálé	53–64	55–81*	6–16*

Megjegyzés: szá.: szárazanyag; SD: szórás; NDFd_{30om}: az NDF-frakció 30 órás in vitro inkubációval meghatározott, hamukorrigált emészthetősége (vagyis az NDF 30 óra alatt ténylegesen lebomlott hányada); uNDF_{240om}: az NDF 240 órás in vitro inkubáció után visszamaradó (rendkívül lassan lebomtható vagy emészthetetlen), hamumentes hányada. A feltüntetett paraméterek hagyományos (nedves kémiai) analitikai eljárásokból származnak, a csillaggal (*) jelölt értékek közeli infravörös (near-infrared, NIR) spektroszkópiás meghatározások eredményei.

Forrás: Dairy One – Feed Composition Library, 2026.

A főeredetű tömegtakarmányok **bendőbeli erjedése** alapvetően **cellulolitikus jellegű**, ezért a VFA-k közül az acetát képződése dominál. (Az acetát az ecetsav disszociált, anionos formája.) E folyamat nettó hidrogén- és szén-dioxid-keletkezéssel jár, vagyis olyan **szubsztrátokat biztosít a metanogén archeák számára**, amelyekből CH₄ képződhet.

A jelen áttekintés fókuszában álló tejhasznú szarvasmarhák enterális CH₄-kibocsátását azonban nem kizárólag a VFA-profil határozza meg, hanem a DMI, valamint a takarmányrészecskék bendőbeli tartózkodási ideje és passzázssebessége is befolyásolja. Mint említettük, **a nagyobb uNDF-hányadú, lassabban lebomló és nehezebben aprózódó rost** hosszabb ideig marad a bendőben, ami fokozhatja a bendőtélítő hatást, és ezáltal **korlátozhatja a DMI-t**. Ennek következtében **a napi abszolút CH₄-kibocsátás mérséklődhet, viszont az egységnyi felvett szárazanyagra vetített CH₄-hozam (g CH₄/kg DMI) – a DMI-csökkenés mértékétől függően – akár emelkedhet is. A kedvezőbb rostemészthetőségű, gyorsabb passzázsú takarmánybázis** ezzel szemben intenzívebb DMI-t és nagyobb tejhozamot tesz lehetővé. Ilyenkor **a napi abszolút CH₄-termelés ugyan némiképp növekedhet, de az egységnyi termelt tejmennyiségre jutó emisszió** (vagyis a CH₄-intenzitás; g CH₄/kg FPCM vagy g CH₄/kg ECM),

illetve bizonyos esetekben a CH₄-hozam csökkenhet. (FPCM: fat- and protein-corrected milk – zsírra és fehérjére korrigált tej; ECM: energy-corrected milk – energiára korrigált tej.)



A **kalászos gabonafélékből készült szilázsok** sajátos átmenetet képeznek a nagy keményítőtartalmú kukorica- és a fűszilázsok között: esetükben a növényi sejtfal aránya gyakran a fűfélékéhez közelít, míg a szemképződés előrehaladtával keményítőtartalmuk is érdemben növekedhet (lásd a táblázatot). (Mivel e növénycsoport szénaként történő hasznosítására többnyire csak kényszerűségből kerül sor, itt kizárólag a belőlük készült szilázsokkal foglalkozunk.) A tisztavetésű állományok betakarítása a tervezett rost- vagy keményítőorientált hasznosítástól függően két



különböző fenofázisban történhet. A korai – zászlóslevél megjelenésétől a kalászhányás kezdetéig tartó – stádiumban a zöldhozam még rendszerint mérsékelt, szemtermés nem képződött, a növény szár pedig nem fásodott el, ezért a $\text{pdNDF}:\text{uNDF}$ arány kedvező, ami jobb rostemészthetőségre és takarmányhasznosulásra utal. Ezzel szemben a teljes-viaszérésben történő betakarítás már a szárazanyaghozam, a rostemészthetőség és a keményítőtartalom közötti kompromisszumot képviseli. Ekkora a strukturális szénhidrátok lebontathatósága az emelkedő uNDF -hányad miatt már számottevően romlik; e veszteséget a kalászokban felhalmozódó keményítő energetikailag részben vagy egészben kompenzálhatja, miközben a takarmány emésztesélettani jellege és bendőbeli dinamikája alapvetően megváltozik. (Orosz és Hoffmann, 2013.)



Mindezek eredményeként **a korai kaszálású, jó rost-emészthetőségű alapanyagból készült gabona-szilázsok** gyors bendőbeli lebomlása és élénk paszszázsa kedvezően hathat a DMI -re, ezen keresztül pedig a tejtermelésre. A **fajlagos CH_4 -mutatók** azonban **csak akkor javulnak, ha a DMI vagy a termés többlete arányaiban felülmúlja a napi CH_4 -képződés esetleges növekedését.** Későbbi fenofázisban a vegetatív részek erősödő lignifikációja (nagyobb uNDF -tartalom) lassítja a rostle bomlást, fokozhatja a bendőtélítő hatást, és mérsékelheti a DMI -t – amit a szilázsérjedés takarmányszövet-feltáró hatása valamelyest ellensúlyozhat. Ezzel párhuzamosan a kalászszemekben felhalmozódó keményítő növelheti a propionát VFA -kon belüli hányadát, ami a hidrogén egy részének alternatív metabolikus útvonalakba terelésével mérsékelheti a metanogenezist. (A pro-

pionát a propionsav disszociált, anionos formája.) A rostlignifikáció és a keményítőfelhalmozódás ellentétes irányú hatásai miatt **az enterális CH_4 -kibocsátás alakulása** nem általánosítható, hanem **mindig a konkrét takarmányozási helyzet függvénye.**

A **pillangós tömegtakarmányok** NDF -tartalma jellemzően kisebb, mint a fűféléké vagy a kalászosoké, ellenben több pektint, vízdoldható szénhidrátot, szerves savat és fehérjét tartalmaznak. (A vízdoldható szénhidrátok gyors bendőbeli fermentációja bizonyos körülmények között a propionátképződés irányába hat, a pektin lebomlása pedig elsősorban a VFA -mintázat és a mikrobiális aktivitás módosításával befolyásolhatja a hidrogén felhasználását, így közvetve a metanogenezist is mérsékelheti.) Rostjuk bendőbeli hasznosulását elsősorban a levél:szár arány, a lignifikáció mértéke és a tartósítás minősége határozza meg.



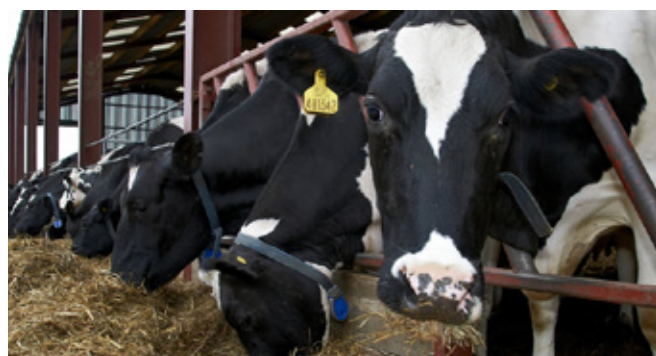
E növénycsoport sajátossága, hogy vékonyabb falú parenchimasejtjeik és merevítő szöveteik elkülönültebb elhelyezkedése miatt **a fűféléknél gyorsabban aprózódnak**, ami a takarmányrészecskék rövidebb bendőbeli tartózkodását eredményezheti. Kammes és Allen [2012] lucerna- és csomósebír-alapú adagok összehasonlításában a pdNDF passzázssebességére rendre 3,80 vs. 2,50%/óra értéket közöltek, míg Galyon és mtsai. [2024] az uNDF -frakció passzázssebességét lucernaszéna esetében 5,02%/órának, csomósebír-szénánál pedig 4,03%/órának találták. A pillangósok e jellemzője – **kedvező takarmánymínőség, megfelelő részecskeméret és kiegyensúlyozott adagösszetétel mellett** – a jó minőségű fűszilázsokhoz képest **kisebb fizikai bendőtélítő hatást, nagyobb DMI -t és ezáltal jobb tejhozamot eredményezhet**, még akkor is, ha a teljes emésztőtraktusra vetített emészthetőségük egyértelműen nem haladja meg azokat (Dewhurst és mtsai., 2003; Dewhurst, 2013; Galyon és mtsai., 2024).



A korai fenológiai stádiumban betakarított, **jó minőségű pillangós tömegtakarmányok** esetében a gyorsabb fizikai aprózódás és a rövidebb bendőbeli tartózkodási idő mérsékelheti az egységnyi DMI-re jutó CH_4 -képződést. Ha azonban ezek nagyobb DMI-vel párosulnak, a napi abszolút CH_4 -termelés változatlan maradhat, vagy akár növekedhet is. A passzázshatáson túl a pillangósok nagyobb pektintartalmú szénhidrátfrakciója is befolyásolhatja a metanogenezist, mivel a pektin lebomlása – az adagösszetételtől és a bendőkörnyezettől függően – kevesebb hidrogén képződésével járhat, mint a cellulóze és hemicellulóze. A CH_4 -hozam és a CH_4 -intenzitás akkor mérséklődik, ha a DMI, illetve a tejtermelés többlete arányaiban meghaladja a napi CH_4 -termelés esetleges növekedését. Mindezekkel összhangban, több összefoglaló elemzésben (például Varga és mtsai., 1985; Archimède és mtsai., 2011) **kisebb fajlagos CH_4 -mutatókat figyeltek meg** pillangós-alapú adagok etetésekor, **mint fűalapú adagoknál.**

Előrehaladottabb fenofázisban – különösen lucerna esetében – a fokozott lignifikációval összefüggő **nagyobb uNDF-hányad** következtében mérséklődnek a kedvező bendőbeli lebomlási és passzázsvizonyok. Ez hátrányosan befolyásolhatja az állatok DMI-jét és termelési teljesítményét, ezáltal pedig **növelheti a fajlagos kibocsátási értékeket.**

Egyes pillangósok kondenzálttannin-tartalma is szerepet játszhat az enterális CH_4 -képződés mérséklésében. Ennek hátterében a fehérje- és rostbontás módosulása, a protozoonokhoz kapcsolódó metanogén aktivitás gátlása, valamint a bendő hidrogénforgalmának változása áll (McMahon és mtsai., 2000; Besharati és mtsai., 2022). A hatás azonban faj-, koncentráció- és szerkezetfüggő; a kritikus szint feletti tanninkoncentráció ronthatja az emészthetőséget és a tápanyag-hasznosulást. Lucerna esetében e mechanizmus csekély jelentőségű, mivel a föld feletti növényi részek tannintartalma elenyésző.



A továbbiakban a pázsitfűfélék családjába tartozó, C4-es fotoszintézisű kukorica és szudánifű szilázsaira térünk rá, mivel ezek bendőélettani és takarmányozási sajátosságai több lényeges ponton eltérnek a korábban tárgyalt fűfélékétől.



A teljes **kukoricánövényből készült szilázs** lebomlási jellemzőit a vegetatív részek rostfrakciói, valamint a szemtermés számottevő keményítőtartalma együttesen határozza meg. NDF-tartalma a fű- és kalászosgabona-szilázsok többségéhez képest mérsékeltebb, egységnyi szárazanyagra vetített **nettóenergia-koncentrációja** pedig **nagyobb.** Megfelelő hibridválasztás és optimális betakarítás mellett **uNDF-hányada viszonylag alacsony lehet,** ami mérsékelheti a fizikai bendőtelítő hatást, és kedvező esetben **nagyobb DMI-t tehet lehetővé.** Rostemészthetősége (NDFd) változó, de rendszerint kisebb ingadozást mutat, mint a fűszilázsoké, mivel a kukoricát viszonylag szűk érettségi tartományban takarítják be. Közepesnél gyengébb rostemészthetőség főként kedvezőtlen hibridtulajdonságok vagy fokozott lignifikáció (kései betakarítás) esetén várható. Megfelelő adagösszetétel mellett **a kiegyenlítettebb rostemészthetőség és a nagyobb energiasűrűség kedvezően hathat a tejtermelésre.**

Ennek következtében – jóllehet a kukorica C4-es növény – kukoricaszilázs-alapú adagoknál gyakran **kisebb az egységnyi DMI-re vagy termelt tejre vetített CH_4 -kibocsátás,** mint a fűszilázs-alapú adagok esetében. Ezt támasztja alá például az IBERS kutatóintézet jelentése (2010), amely szerint a fűszilázs:kukoricaszilázs arány 3:1-ről 1:3-ra módosítása egységnyi DMI-re vetítve 13%-os, 1 liter termelt tejre számítva pedig 6%-os CH_4 -csökkenést eredményezett.



Hart és mtsai. (2015) hasonló irányú adagváltozás során szintén mérsékeltebb CH_4 -hozamot és -intenzitást mértek, miközben nagyobb DMI mellett a napi CH_4 -termelés nem változott szignifikánsan. A hatás iránya és mértéke ugyanakkor nagyban függ a helyettesített tömegtakarmány emésztési jellemzőitől, rostlembomlásának ütemétől és bendőbeli tartózkodási idejétől. Így például lucernaszilázs esetében Van Gastelen és mtsai. (2019) nem tapasztaltak egyértelmű CH_4 -hozambeli elmozdulást.

A barna középerezetű (brown midrib, BMR) kukorica hibridek külön említést érdemelnek, mivel sejtfaluk csökkent lignintartalma miatt **rostjuk könnyebben hozzáférhető a bendőmikrobák számára**, mint a hagyományos hibrideké. Ez **tovább javíthatja a kukoricaszilázs rostemészthetőségét és energetikai hasznosulását, ami** optimális TMR-összetétel mellett **növelheti a DMI-t és a tejtermelést, illetve csökkentheti a fajlagos CH_4 -mutatókat.** A napi abszolút enterális CH_4 -kibocsátás ugyanakkor nem feltétlenül mérséklődik, különösen akkor, ha a jobb emészthetőség nagyobb takarmányfelvétellel társul. Benchaar és Hassanat (2019) arra hívták fel a figyelmet, hogy a BMR-hibridekből készült szilázs etetésekor a trágyával ürülő szerves anyag mennyisége és összetétele a megszokotthoz képest megváltozhat, és ezáltal a trágya tárolása során a CH_4 -képződési potenciál növekedhet. Így az enterális emissziót és a trágyakezeléshez kapcsolódó CH_4 -kibocsátást mindig együttesen, rendszerszinten kell értékelni.



A legeltetésre és szilázkészítésre egyaránt alkalmas **szudánifű** C4-es fotoszintézisű, nagy biomassza-hozamú, jó szárazságtűrűsű takarmánynövény, amely különösen a nyári takarmányellátás stabilizálásában játszhat fontos szerepet. A hagyományos szudánifűhibridekből készült szilázsok NDF-tartalma rendszerint nagyobb, mint a kukoricaszilázsoké, sőt

egyes esetekben a fűszilázsokét is felülmúlhatja. Rostemészthetőségük viszont gyakran elmarad az utóbbiakétól, amit a vastagabb növényi sejtfal, a kedvezőtlenebb cellulóz-hemicellulóz-lignin kapcsolatrendszer és a későbbi fenofázisban fokozódó lignifikáció magyarázhat. Vízoldható szénhidráttartalmuk kedvező feltételeket teremthet a szilázsferjedéshez, önmagában azonban nem tekinthető CH_4 -csökkentő tényezőnek.



A szudánifűszilázsok bendőbeli fermentációját – különösen a későbbi fenofázisokban – elsősorban **a cellulolitikus folyamatok jellemzik**, ami az acetát irányába tolja el a VFA-profil, és a hidrogénképződés révén **kedvez a metanogenezisnek.** A tényleges CH_4 -válasz azonban **a DMI-től, a rostemészthetőségtől, a takarmány bendőbeli tartózkodási idejétől és a tejtermelés alakulásától is függ.** Korábbi betakarítás esetén a kedvezőbb pdNDF:uNDF arány és a mérsékeltebb bendőteltető hatás nagyobb DMI-t és jobb termelési teljesítményt eredményez az érettebb, lignifikáltabb állományokhoz képest. Ez a hatás a napi CH_4 -termelést nem szükségszerűen mérsékli, de javíthatja a fajlagos CH_4 -kibocsátási mutatókat.

A BMR-típusú szudánifű- és cirok-szudánifű hibridek kisebb lignintartalmuk révén kedvezőbb rostminőséget képviselnek: szilázsaik NDF-emészthetősége 48 órás *in vitro* laboratóriumi tesztek szerint (Orosz, 2019, 2020) akár 8-10 százalékponttal is meghaladhatja a hagyományos típusokét, ami megfelelő adagösszetétel mellett **nagyobb DMI-t és a kukoricaszilázs etetésekor tapasztaltnál közelítő tejtermelést tesz lehetővé.** A kedvezőbb takarmányfelvétel és tejtermelési válasz ebben az esetben is **mérsékelheti a CH_4 -hozamot és a CH_4 -intenzitást.**

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

