

### A tömegtakarmányok szervesanyag-emészthetőségének és az NDF bendőbeli lebonthatóságának jelentősége a tejlő tehén nyári takarmányadagjában

Dr. Orosz Szilvia

A **takarmányok bendőbeli fermentációja hőt termel**, nyári melegben ez a fermentációs hő kedvezőtlen, mert megnehezíti a tehén testhőmérsékletének szinten tartását. A meleg időben bekövetkező **szárazanyagfelvétel-csökkenés** a tehén természetes reakciója a fermentációs hő mérséklése érdekében. A bendőben termelődött hő mennyiségét meghatározza a rost lebonthatósága. A bendőben zajló rostlebontás hatásfokát befolyásoló legfontosabb tényezők az alábbiak:

- a takarmánynövények faja, fajtája, betakarításkori fenológiai fázisa,
- a tömegtakarmány hemicellulóz-cellulóz-lignin tartalma (NDF, ADF, ADL),
- a tömegtakarmány szerves anyagainak és NDF-tartalmának bendőbeli lebonthatósága (NDFd),
- a tömegtakarmány bendőben fermentálható szerves anyag tartalma (FOM), továbbá
- a bendő baktériumflórájának működése.

A tehén nyári energiaellátását ezenfelül befolyásolja

- a táplálóanyagok vékonybéli emészthetősége (OMd), valamint
- a vékonybélben emészthető szerves anyagok összmenyisége (DOM).

A szárazanyag-felvétel csökkenése azonban nem jár a termelés táplálóanyag-igényének csökkenésével, ezért a termelés fenntartására (többek között) a takarmányadag

- táplálóanyag-koncentrációjának módosítása,
- a szerves anyagok emészthetőségének (OMd) **javítása**,
- a rost bendőbeli lebonthatóságának **javítása** (NDFd),
- a bendőben lebomló szerves anyag mennyiségének (FOM) növelése, és
- az emészthető szerves anyag mennyiségének (DOM) növelése szükséges.

A rostnak nem csak a struktúrhatása fontos egy kérődző esetében, önálló táplálóhatása révén ugyanis energiát és a tejszír szintéziséhez ecetsavat is szolgáltat. A jól működő bendőben képződött szerves savak biztosítják a tehén energiaszükségletének legalább 60%-át és az ecetsavból képződnek a tejszír szintéziséhez nélkülözhetetlen hosszú szénláncú zsírsavak. A rostbevitel jelentős csökkenése a nyári adagban tehát nem csak a bendőacidózis kockázatát és a bendő mikroflórájának eltolódását eredményezi, de indirekt úton a tejszír koncentrációjának csökkenését is maga után vonja.

A rost bendőbeli lebontásának tehát egyik oldala a **tömegtakarmány rosttartalma és rostösszetétele**. Míg a fiatalon betakarított tömegtakarmányok nyersrost-tartalmának emészthetősége a kérődzőkben akár 60-70 % is lehet (Várhegyi és Várhegyiné, 2003), a sok elfásodott rostot, inkrusztáló (kéregképző) anyagot (pl. lignint) tartalmazó takarmányok nyersrostjának kihasználása sokkal gyengébb (50%). Erre mutatunk példát az 1. táblázatban, mely tartalmazza a fontosabb erjesztett tömegtakarmányok rostösszetételét, szervesanyag-emészthetőségét, az NDF-bendőbeli lebonthatóságát, ezzel összefüggésben az emészthető szerves anyagok és a fermentálható szerves anyagok mennyiségét, valamint a takarmányértékesítést. Az adatok az ÁT Kft. Takarmányanalitikai Laboratóriumába, 2013. július 4-ig beérkezett minták mérési eredményeiből származnak (3 hónap adatsora). Az adatbázis nem hivatalos. Az adag rost összetételének megváltoztatására, a **bendőben lebontható NDF** mennyiségének növelése az eszköz. Az **NDFd (NDF-lebonthatóság)** javítására a fiatalon betakarított lucernaszilázs/szenázs, fűszilázs/szenázs, korai gabonaszilázs/szenázs napi mennyiségének növelése ad lehetőség az adagban (1. táblázat). Könnyen emészthető rostforrásnak és étvágyfokozó komponensnek számít az erjesztett vagy szárított cukorrépaszelet és a sörtörköly is. A nagy nedvességtartalmú melléktermék azonban (a nyári melegben bekövetkező aerob romlás miatt) veszélyes lehet, a szárított melléktermék hosszú táv etetése pedig költségérzékeny. Ezért a kedvező bendőbeli lebonthatóságú, de tartósított tömegtakarmány biztosabb és költséghatékonyabb hemicellulóz-forrás! Az NDF lebonthatóságának kulcsa pedig a rostfrakcióösszetétel (lásd még FOGALOMTÁR), valamint a hemicellulóz és a lignin mennyisége a tömegtakarmányokban (1. táblázat).

A rost bendőbeli lebontásának másik legfontosabb tényezője a **bendő mikroflórájának** működése. A cellulózbontó baktériumok hatékony működésének fenntartásához szükséges a nyugalomban lévő állomány esetében a megfelelő arányú (min. a tehenek 40%-a), időtartamú és aktivitású kérődzés (min. 60 rágómozgás/perc), és elegendő nyál termelése a megfelelő bendőpuffer-hatás eléréséhez (80-120 liter/nap/állat), illetve a hiányzó pufferhatás pótlása. A cellulózbontó baktériumok szaporodása pH 6,0 kémhatás alatt lelassul. A szaporodási ráta 14%-kal csökken óránként (Russell és Wilson, 1996), a bendő-pH minden 0,1 egységnyi csökkenésével (pH 6,5 és 6,0 között). A cellulózbontás optimuma ezért pH 6,5 felett van (minél rövidebb ideig tartó és kisebb mértékű kilengésekkel a savas irányba). A megfelelő bendőműködés és tejzsírtartalom (3,6% tejzsír) fenntartásához átlagosan 744 perc kérődzésre van szükség naponta, ami 30-36 perc kérődzési időt jelent 1 kg szá-felvételre átszámítva. Ennek az eléréséhez (még a nyári időszakban is) minimum napi 5 kg, de lehetőleg 5,5 kg feletti fizikailag hatékony, ún. peNDF-felvétel (lásd még FOGALOMTÁR) szükséges. Mertens (1997) ajánlása szerint a 3,4% tejzsír fenntartásához min. 20% peNDF koncentráció szükséges a TMR-ben, a 6,0 bendő pH eléréséhez pedig minimum 22% peNDF (sza. alapon). Felhívjuk a figyelmet rá, hogy ezek csak minimumértékek! A pufferhatású nyál termelődését szolgáló kérődzés fenntartása kiemelten fontos feladat nemcsak a bendőacidózis megelőzése miatt, hanem a tehen táplálóanyag- és energiaellátása szempontjából is a nyári időszakban. Olyan takarmányokat kell tehát etetnünk, melyek segítik a kérődzést, jó struktúrhatásúak, de bendőbeli lebonthatóságuk kedvező (a nagyobb cellulóz- és lignintartalmú szilázsokhoz, szénafélékhez képest). **Ez a kettős cél nem zárja ki egymást, de csak körültekintő tömegtakarmány-termesztéssel valósítható meg!**

Fontos megjegyezni, hogy a takarmány **könnyen hozzáférhető szénhidrát tartalma** (cukorszerű szénhidrátok és hozzáférhető keményítő) is befolyásolja a rost bendőbeli lebonthatóságát. A kérődzők bendőjében a cellulózbontó baktériumok szaporodásához a takarmány szárazanyagának min. 4 %-át kitevő könnyen emészthető szénhidrátra (összcukorra) van szükség. Ehhez a témához kapcsolódik a bendőben lebontható keményítő témaköre is. A kukoricaszilázzsal bevitt keményítő lebontható hányada kb. 80%, ha a szemek megfelelően vannak roppantva. Ez a keményítőhányad kb. napi 1,8-2 kg bendőben hozzáférhető keményítőt jelent. A kukoricaszilázs szemroppantottsága átlagos, ha a CSPA-értéke (a 4,75 mm feletti frakció keményítőhányada) min 50%, és optimális, ha 70% felett van. Ezen utóbbi esetben lesz a keményítő bendőbeli hozzáférhetősége 80% (35% szárazanyag-tartalom mellett), egyébként emelkedik a by-pass hányad és csökken a bendőben fermentálható szerves anyagok (FOM) mennyisége, ami korlátozhatja a cellulózbontó baktériumok szaporodását.

Összességében tehát, a nyári időszakban javasolt a rosttartalom *esetleges* csökkentésekor az alábbi, termelő csoportok TMR-ére vonatkozó határértékek figyelembe vétele az adag összeállításakor:

- min. 19% sza. (biztonságos tartomány: 20%) ADF,
- min. 30% sza. (biztonságos tartomány: 32-33%) NDF
- min. 17% sza. lebontható NDF (optimális tartomány: 19%sza.). **Ez a követelmény akkor valósítható meg költséghatékonyan, ha a TMR NDF-lebonthatósága min. 55%, tehát jól emészthető tömegtakarmányok vannak nagy mennyiségben az adagban!**

**1. táblázat** A hazai főbb erjesztett tömegtakarmányok rostalkotóinak mennyisége, összetétele, bendőbeli lebonthatósága (ÁT Kft, 2013. április 2. és július 4. között beérkezett mintákra vonatkozóan)

		Kukorica- szilázs elemszám: 155 db	Erjesztett lucerna* elemszám: 71 db	Lucerna- széna elemszám: 16 db	Erjesztett fű* elemszám: 37 db	Erjesztett rozs* elemszám: 40 db
Szárazanyag	g/kg	340	404	881	331	312
Nyersrost	g/kg sza.	218	292	293	291	315
<b>Szerves anyagok emészthetősége, OMD</b>	<b>%</b>	<b>73</b>	<b>66</b>	<b>64</b>	<b>71</b>	<b>70</b>
<b>Emészthető szerves anyag, DOM</b>	<b>g/kg sza.</b>	<b>699</b>	<b>583</b>	<b>574</b>	<b>625</b>	<b>623</b>
<b>Bendőben fermentálható szerves anyag, FOM</b>	<b>g/kg sza.</b>	<b>521</b>	<b>402</b>	<b>504</b>	<b>480</b>	<b>427</b>
NDF	g/kg sza.	440	441	468	537	591
ADF	g/kg sza.	245	328	334	329	350
ADL	g/kg sza.	20	60	70	31	31
Hemicellulóz	g/kg sza.	199	113	134	208	241
Cellulóz	g/kg sza.	225	268	264	298	319
<b>NDF bendőbeli lebonthatóság, NDFd</b>	<b>%</b>	<b>53</b>	<b>-</b>	<b>42</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
<b>Bendőben lebomló NDF</b>	<b>g/kg sza.</b>	<b>233</b>	<b>-</b>	<b>197</b>	<b>344</b>	<b>378</b>
1 liter tej termeléséhez szükséges takarmány sza. (NEI alapon)	g sza. /1 liter tej	484	<b>583</b>	<b>641</b>	548	550
1 liter tej termeléséhez szükséges takarmány sza. (N-alapon)	g sza. /1 liter tej	<b>1037</b>	446	434	<b>627</b>	<b>650</b>

\* erjesztett takarmány: szilázs, fonnasztott szilázs vagy szenázs

# FOGALOMTÁR

**DCAD-érték:** Megadja két kation (a kálium és a nátrium), valamint két anion (a klór és a kén) egymáshoz viszonyított töltési arányát a mért ásványi összetevők alapján. A DCAD-érték változása hatással van a vér pufferkapacitására és a vér kémhatására. A DCAD ajánlott értéke tejtermelő tehenek esetében + 25-40 meq/100g, a korai laktációs szakaszban +35-40 meq/100g. A pozitív DCAD-értéknek különösen nagy a szerepe hőstressz esetén.

**DCAD Block (1994) = [(Na + K) - (Cl + S)]/100 g szá.**

DCAD = [(%Na szá./0.023) + (%K szá./0.039)] - [(%Cl szá./0.0355) + (%S szá./0.016)]

Mértékegység (100 g szárazanyagra vonatkoztatott milliekvivalens töltés)

$$\text{meq/100 g} = \frac{(\text{milligram}) (\text{töltés})}{(\text{g atomsúly})}$$

**Rostfrakció-összetétel:** A detergens rosttartalom vizsgálati módszerének bevezetése (Van Soest, 1963) lehetővé tette a sejtfal egyes rostalkotóinak (hemicellulóz, cellulóz, lignin) elkülönítését. A neutrális detergens rost (NDF) elsősorban hemicellulózt, cellulózt és lignint tartalmaz. A savdetergens rost (ADF) összetételét tekintve főként cellulóz, lignin és kutin. A savdetergens lignin (ADL) a kénsavas kezelése után visszamaradó oldhatatlan rész, mely főként lignint tartalmaz. Egy egyszerű számítással további információkat szerezhetünk az egyes rostalkotók mennyiségét tekintve:

NDF-ADF = hemicellulóz

ADF-ADL = cellulóz

**peNDF:** Fizikailag hatékony NDF, g/kg szá értékben kifejezve. A peNDF az NDF-nek azt a részét adja meg, ami segíti a kérődzést és a nyáltermelést (bendőpuffer-hatás), tehát elsősorban a takarmány vagy a TMR fizikai szerkezetének jellemzésére szolgál. A rost ezen fizikai tulajdonsága felelős a bendőtartalom két rétegének kialakulásáért (a felülülő és nagyobb méretfrakciójú részeket tartalmazó 'szőnyeg' valamint az alatta elhelyezkedő folyadékfázis egyensúlyáért). A bendőfisztulás szarvasmarhával végzett kísérleti eredmények szerint az 1.18-mm-es szitán fennmaradó anyag megfelelő ütemben halad át a tehén bendőjén, míg az ettől kisebb, szignifikánsan gyorsabban (Poppi és mtsai., 1985). Ezért a peNDF az NDF-nek az 1,18 mm-es szitán fennmaradó NDF-hányada (Mertens, 1997). Az egyes tömegtakarmányok peNDF-tartalma összeadódik, ezért a TMR peNDF-értéke az egyes komponensekből számolható. Javasolt értéke: min 5-5,5 kg /nap/tehen peNDF-felvétel (min. 22-23% szá. a TMR-ben).

**NDFd:** A tömegtakarmány vagy TMR NDF-tartalmának bendőbeli lebonthatósága, %-ban kifejezve. Javasolt értéke a TMR-ben: min. 55%. A TMR NDFd értéke az egyes komponensekből nem számolható (nem összeadódó), csak mérhető érték.

**Bendőben lebontható NDF:** A tömegtakarmányok vagy takarmányadagok NDF-tartalmának bendőben lebontható része, g/kg szá mértékegységben kifejezve. Az NDF-tartalomból és az NDF-lebonthatóság értékéből számolható (lebontható NDF = NDF g/kg szá x NDFd/100). Az egyes tömegtakarmányok lebontható NDF-tartalma az adagban összeadódik, ezért a TMR lebontható NDF-tartalma az egyes komponensekből számolható. Javasolt értéke a TMR-ben min. 17% szá., min. 4000 g/nap/tehen.

**OMd:** A tömegtakarmány vagy TMR szerves anyagainak emészthetősége, %-ban kifejezve. Javasolt érték TMR esetében 75% felett. A TMR OMd-értéke az egyes komponensekből nem számolható (nem összeadódó), csak mérhető érték.

**DOM:** Emészthető szerves anyag, g/kg szá-ban kifejezve. Az egyes tömegtakarmányok DOM-tartalma összeadódik, ezért a TMR DOM-értéke az egyes komponensekből számolható. Javasolt értéke a termelőcsoportok TMR-ében: kb. 700 g/kg szá. (további hazai pontosítása szükséges).

**FOM:** Bendőben fermentálható szerves anyag, g/kg szá-ban kifejezve. A tömegtakarmányok FOM-tartalma összeadódik, ezért a TMR FOM-értéke az egyes komponensekből számolható. Javasolt értéke a termelőcsoportok TMR-ében: kb. 550 g/kg szá. (további hazai pontosítása szükséges).