



„Nincs még egy olyan foglalkozás, amely olyan létfontosságú lenne az emberi faj számára, és amely olyan széles körű gyakorlati és technikai tudást igényelne, mint a mezőgazdaság.”

WILLIAM H. MINER, 1915

## „A KÉT ROST MESÉJE”

### ÇA ROST EMÉSZTHETŐSÉGE ÉS A FIZIKAILAG HATÉKONY ROST KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS TEJELŐ TEHENEK ESETÉBEN)

Dr. Orosz Szilvia  
Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft.

Rick Grant, Wyatt Smith és Michael Miller  
William H. Miner Agricultural Research Institute,  
Chazy, NY  
WCDS Advances in Dairy Technology  
(2020) Volume 32: 47-57

Talán emlékeznek még azokra az időkre, amikor a gyakorló állattenyésztő csak a nyersrost-tartalmat ismerte, mert az NDF-hez körülményes volt hozzájutni. 2013-óta azonban már mindenki számára gyorsan elérhető az NDF-tartalom, sőt az emészthető/lebontható NDF is. Jelenleg 5 időpontra adjuk meg az NDF lebonthatóságát, amiből általában egyet használunk érdemben ( $NDF_{48}$ ), de néhány takarmányadag-összeállító szoftver mind az 5 adatot tudja a dinamikus modellben értelmezni. Az NDF emészthetőségének ismerete a napi rutinban nagy lépés volt az ágazat életében, és mai napig hatással van a tömegtakarmányok emészthetőségén keresztül a takarmányadagok hatékonyságára, ár-érték arányára és a tejtermelésre is. 2013-ban Európában egyedülállóan bevezettük a rutin laboratóriumi gyakorlatba a peNDF mérését is. Tehát objektíven, standard módon tudjuk mérni

a rost fizikai hatékonyságát. Ehhez egy rázóberendezésre és speciális módszerre volt szükség, amit az USA-ból sikerült beszerezni. Napjainkban is sokan kérik a peNDF mérését. Ezért ez a cikk számos európai ország számára csak elméleti jelenőséggel bír, mert nincs hozzá alapadat, míg nálunk más a helyzet. Mind az  $uNDF_{240}$ , mind a peNDF itt van, elérhető és sokan használják is már. Jelen cikk komoly és nagyon érdekes kutatómunkát mutat be, mely a gyakorlat számára kiemelten fontos kérdéseket feszeget (a nem emészthető, előregedett rost kompenzálásának lehetőségét, a szecskaméret kérdését a tejtermeléssel összefüggésben). Három éve végezték a kísérletet, de csak nemrégiben publikálták. Az elmélet gyakorlata vagy a gyakorlat elmélete? Nem tudom, de mint majd látják, újból a tudomány állt a gyakorlat szolgálatába. Reméljük lesz folytatása. Hát kezdődjék a két rost meséje...

## Bevezetés

A gazdasági, a környezeti és a szociális szempontok több tömegtakarmány felhasználására ösztönöznek a tejelő szarvasmarha takarmányadagjában (Martin és mtsai., 2017). Bár a lokális gazdasági környezet és a takarmány elérhetősége meghatározza a tömegtakarmányból és a nem tömegtakarmányból származó rostforrások közötti

egyensúlyt, úgy tűnik, hogy egy új korszak küszöbén állunk abban a tekintetben, hogy képesek vagyunk-e hatékonyan ellátni rosttal a tejelő teheneinket a jövőben. **A takarmányozási szakemberek már régen felismerték, hogy az NDF-tartalom önmagában nem feltétlenül magyarázza a szárazanyag-felvételben és a tejhozamban**



**tapasztalt változásokat.** A rost emészthetőségére és frakcióméretére vonatkozó mérések beépítése azonban javíthatja a szárazanyag-felvételnek és a termelési paraméterek előrejelzésének a hatékonyságát.



Fotó: Bodó Gergő

Waldo és munkatársai (1972) leírták, hogy a cellulózt emészthető és emészthetetlen frakciókra kell osztani a bendőbeli lebontás sebességének a becsléséhez. A takarmányelemzés detergens rendszerének Van Soest általi fejlesztésével együtt (Van Soest, 1994) ez a két koncepció megváltoztatta a kérődzők takarmányozását. Az a felismerés, hogy van egy emészthetetlen része a rostnak, olyan kutatásokhoz vezetett, amelyek javították a rost emésztésének megértését, valamint létrehozták a rostemésztés dinamikus modelljét is. A legújabb kutatások (Mertens, 1977; Raffrenato és Van Amburgh, 2010; Cotanch és mtsai., 2014) a bendőbeli NDF-lebontás háromfrakciós modelljére összpontosítanak, mely frakciók az alábbiak:

1. az emészthetetlen NDF: **240 óras in vitro emészthetetlen NDF = uNDF<sub>240</sub>**
2. a gyorsan lebomló NDF-készlet és
3. a lassú lebomlású NDF-készlet.

A mai napig több kutatás foglalkozik az emészthető-frakciók meghatározásával, mint a rost frakcióméretével, annak ellenére, hogy a rostfrakciók emészthetőségi és strukturális jellemzői egyaránt fontosak a bendőbeli rostforgalom megértésében (Mertens, 2011). Mertens (1997) egy klasszikus tanulmányában átfogó rendszert fektetett le az NDF-tartalom és a frakcióméret együttes

értékelésére, ami az úgynevezett **peNDF**-en alapul (**az 1,18 mm-es szitán fennmaradó száraz frakció NDF-tartalma**). Bár a peNDF rendszer kizárólag a frakcióméretre épül (ez a fizikai, az ún. strukturális hatás mérőszáma), mégis megmagyarázza a kérődzés intenzitásának, a bendő pH változásának és a tejsír ingadozásának jelentős részét.

A Miner Kutatóintézetben a közelmúltban **az emészthetetlen (uNDF<sub>240</sub>) és a fizikailag hatékony NDF (peNDF) kapcsolatát vizsgálták**, amely kutatásnak a célja az uNDF<sub>240</sub> és a peNDF közötti kapcsolat feltárása volt. A peNDF és az uNDF<sub>240</sub> közötti lehetséges kapcsolat érzékeny téma a takarmányozási szakemberek körében. Ezzel kapcsolatban számos gyakorlati kérdés merül fel:

1. Melyek a peNDF és az uNDF<sub>240</sub> egyedi és kombinált hatásai a tejelő tehenek takarmányadagjában?
2. Kompenzálhatjuk-e a peNDF (strukturórost) hiányát, ha több uNDF<sub>240</sub>-et adunk a takarmányadaghoz (tehát az emészthetetlen rosttal lehet-e pótolni a hiányzó strukturórost hatásának egy részét)?
3. Ha az uNDF<sub>240</sub> (emészthetetlen rost) több a kívántnál, kompenzálhatjuk-e (legalább részben) a tömegtakarmány finomabbra aprításával, hogy fenntartsuk a takarmányfelvételt?

A lényegi kérdés a következő: **van-e optimális peNDF-koncentráció (strukturórost koncentráció), az uNDF<sub>240</sub>-tartalom (emészthetetlenrost-tartalom) változásának függvényében és fordítva?** A kérdésre adott választ valószínűleg a rostforrás típusa befolyásolja legnagyobb mértékben (a tömegtakarmány vagy a nem tömegtakarmány eredetű rost), mivel ezek a rostok emészthetőségben és strukturális hatásban is drámaian különböznek egymástól. Egyes takarmányozási szakemberek még azt is megkérdőjelezzik, hogy fontos-e a frakcióméret valójában, mivel jelenleg jobban értjük a gyorsan lebomló NDF, a lassan lebomló NDF és a nem emészthető NDF szerepét. Ez egy bonyolult kérdés, de **a rövid válasz az, hogy igen, a frakcióméret fontos**, bár olyan okok miatt, amelyeket korábban nem értékeltünk eléggé, mint például az evési viselkedésre gyakorolt hatása, de még inkább, a kérődzés miatt.

## Kísérlet a Miner Intézetben: emészthetetlen és fizikailag hatékony rost

### Vizsgált takarmányozási paraméterek:

#### peNDF és uNDF<sub>240</sub>

A fenti kérdések megválaszolásához a Miner Intézet kutatói 2018-ban egy olyan kísérletet végeztek, mely során

felmérték a kisebb (8,9% sza.) és a nagyobb (11,5% sza.) uNDF<sub>240</sub>-tartalmú adag hatását a kisebb vagy nagyobb peNDF-koncentrációt tartalmazó takarmányadagban (19-20% sza. vs. 22% sza.).



A takarmányadagok megközelítően 35% kukoricaszilázt, 1,6% aprított búzaszalmát és különböző méretűre aprított fűszénát tartalmaztak. Az egyik típusú adag gyengébb fizikai hatékonysági tényezővel rendelkezett (pef; az 1,18 mm-es szitán fennmaradt részecskék aránya; 0,24), míg a másik nagyobb pef-értékű volt (0,58).

Haybustert (DuraTech Industries International, Inc.) használtak, hogy a széna két különböző szecskaméretét ki tudják alakítani. Ezen túlmenően a kisebb tömegtakarmány-arányú adagban a fűszénát részben pelletált répaszelettel helyettesítették (13%), hogy ezzel segítsék a rostfrakciók beállítását. A kisebb uNDF<sub>240</sub>-tartalmú adagok 47% tömegtakarmányt, a nagyobb uNDF<sub>240</sub>-tartalmú adagok pedig 60% tömegtakarmányt tartalmaztak szárazanyag alapon (1. táblázat)



William H. Miner Mezőgazdasági Kutatóintézet, Chazy, New York Állam: 1903-ban alapította William Miner 60 hektáron. A képen egy kísérleti istálló látható, ahol robot etet, a tehenek szabadon mozognak, mégis egyedileg lehet mérni a tömegtakarmány-felvételt is!

1. táblázat A kísérleti takarmányadagok összetétele (% szá.)

Komponensek	Kevés uNDF <sub>240</sub> <sup>1</sup>		Sok uNDF <sub>240</sub>	
	Kevés peNDF <sup>2</sup>	Sok peNDF	Kevés peNDF	Sok peNDF
Kukoricaszilázs	34,7	34,7	34,7	34,7
Búzaszalma, aprított	1,6	1,6	1,6	1,6
<b>Fűszéna, rövid szecska</b>	<b>10,5</b>	-	<b>24,2</b>	-
<b>Fűszéna, hosszú szecska</b>	-	<b>10,5</b>	-	<b>24,2</b>
Répaszelet, pelletált	12,9	12,9	0,4	0,4
Abrakkeverék	40,3	40,3	39,1	39,1
<b>Összetétel</b>				
<b>Tömegtakarmány arány</b>	<b>46,8</b>	<b>46,8</b>	<b>60,5</b>	<b>60,5</b>
aNDFom <sup>3</sup>	33,1	33,3	35,7	36,1
<b>uNDF<sub>240</sub>om</b>	<b>8,9</b>	<b>8,9</b>	<b>11,5</b>	<b>11,5</b>
<b>peNDFom</b>	<b>20,1</b>	<b>21,8</b>	<b>18,6</b>	<b>21,9</b>
peuNDF <sub>240</sub> <sup>4</sup>	5,4	5,9	5,9	7,1

<sup>1</sup> emészthetetlen rost (240 órás in vitro inkubáció), <sup>2</sup> fizikailag hatékony rost,

<sup>3</sup> amilázzal kezelt, hamuval korrigált NDF, <sup>4</sup> fizikailag hatékony uNDF

Az ilyen jellegű vizsgálatok során a takarmányadag uNDF-tartalma úgy változtatható ugyanazon tömegtakarmányok felhasználásával, hogy különböző érettségi állapotban takarítjuk be őket, ami hasonló adag mellett eltérő uNDF-tartalmat eredményez. Ezek a vizsgálatok egyszerű és tiszta összehasonlítást adnak a

tömegtakarmány-tartalom és a rost emészthetőségének hatásáról. Ebben a tanulmányban azonban az uNDF és a frakcióméret közötti összefüggések vizsgálatára a tömegtakarmány napi etetett mennyiségének változtatásával állították be az uNDF-tartalmat (több fűszéna, nagyobb tömegtakarmány-arány).

## Új koncepció: a fizikailag hatékony uNDF<sub>240</sub> (peuNDF<sub>240</sub>)

A fizikai hatékonyság és az uNDF<sub>240</sub> közötti kapcsolat feltárása érdekében kiszámították a négy takarmányadag „fizikailag hatékony uNDF<sub>240</sub>”-tartalmát (peuNDF = pef x uNDF<sub>240</sub>). Ez az érték 5,4% szá. volt a kevés uNDF<sub>240</sub> + kevés peNDF adag esetében, és 7,1% szá. a sok uNDF<sub>240</sub> + sok peNDF adag esetében (1. táblázat). A két köztes adag peuNDF-tartalma 5,9% szá. volt.

A peuNDF esetében alapvetés, hogy az uNDF<sub>240</sub> egyenletesen oszlik el a különböző frakcióméretek



között, különösen az 1,18 mm-es szita felett és alatt. A Miner Kutatóintézet Tömegtakarmány Laboratóriuma megerősítette méréseivel, hogy az uNDF eloszlása viszonylag egyenletesnek ítéltető (9% eltéréssel a kis és a nagy méretű frakciók között a négy adagban).

E négy takarmányadag etetésekor arra számítottak, hogy a „szélsőértékű” takarmányadagok előre várható módon hatnak a szárazanyag-felvételre (az uNDF<sub>240</sub> és a frakcióméret közötti lényeges különbségek alapján). A szerzők „szélsőértékűnek” tekintettek tehát két adagot (kevés-kevés, sok-sok), mivel ezen takarmányadagok jelentősen eltérő, bár a gyakorlatban előforduló frakcióméretekkel és emészthetőröst-tartalommal voltak jellemezhetőek. **A legfontosabb azonban az volt, hogy a két köztes takarmányadag (kevés-sok, sok-kevés), amelynek a számított peuNDF-tartalma megegyezett, hasonló válaszokat vált-e ki a szárazanyag-felvételben és a tejtermelésben.**

A sok uNDF<sub>240</sub> + sok peNDF adag korlátozta a szárazanyag-felvételt a kisebb uNDF<sub>240</sub>-tartalmú adagokkal összehasonlítva (2. táblázat). Amikor kisebb uNDF<sub>240</sub>-tartalmú takarmányadagot etettek, a peuNDF nem befolyásolta a szárazanyag-felvételt. De **egy rövidebb**

**szecsukahossz a nagyobb uNDF<sub>240</sub>-tartalmú adag esetében napi 2,5 kg-mal növelte a szárazanyag-felvételt! Ennek eredményeként az NDF és az uNDF<sub>240</sub>-felvétel ott volt a legnagyobb, ahol a sok uNDF<sub>240</sub> kisebb szecska mérettel társult.** Összességében és a várakozásoknak megfelelően az uNDF<sub>240</sub>-felvétel ott volt nagyobb, ahol nagyobb volt az uNDF<sub>240</sub>-tartalom. **Az egyik legfontosabb eredmény, hogy az uNDF<sub>240</sub>-felvétel az élősúly 0,45%-a volt az olyan tehének esetében, amelyeket nagy uNDF<sub>240</sub>-tartalmú takarmányadaggal etettek, de finom volt a széna szecska mérete** (2. táblázat). Ez 2,9 kg/nap/tehen uNDF<sub>240</sub>-bevitelt jelent 650 kg élősúly esetében (a Szerk. megjegyzése).

A peuNDF-fogyasztás tartományát megnyújtották a „szélsőértékű” adagok: 1,47 vs. 1,74 kg/nap volt a felvétel a kevés-kevés és a sok-sok uNDF<sub>240</sub> + peNDF adag esetében. A legnagyobb meglepetésre azt figyelték meg, hogy a két köztes adag hasonló peuNDF-bevitelt eredményezett. **Tehát képesek voltak a kutatók ugyanazt a választ kiváltani a tehenben, amikor kevesebb uNDF<sub>240</sub>-et etettek durvábbra vágva (kevés-sok), vagy nagyobb mennyiségű uNDF<sub>240</sub>-et etettek, finomabb szemcsemérettel (sok-kevés).**

**2. táblázat** A tehének szárazanyag- és rostfelvétele különböző uNDF<sub>240</sub> és peuNDF-tartalmú adagok esetében

Komponensek	Kevés uNDF <sub>240</sub> <sup>1</sup>		Sok uNDF <sub>240</sub>	
	Kevés peuNDF <sup>2</sup>	Sok peuNDF	Kevés peuNDF	Sok peuNDF
Szárazanyag-felvétel, kg/nap	27,5 <sup>a</sup>	<b>27,3<sup>a</sup></b>	<b>27,4<sup>a</sup></b>	<b>24,9<sup>b</sup></b>
Szárazanyag-felvétel, élősúly%	4,02 <sup>a</sup>	<b>4,04<sup>a</sup></b>	<b>3,99<sup>a</sup></b>	3,73 <sup>b</sup>
NDF-bevitel, kg/nap	9,12 <sup>b</sup>	<b>9,06<sup>b</sup></b>	<b>9,74<sup>a</sup></b>	8,96 <sup>b</sup>
uNDF <sub>240</sub> om <sup>3</sup> felvétel, kg/nap	2,41 <sup>c</sup>	<b>2,43<sup>c</sup></b>	<b>3,11<sup>a</sup></b>	2,87 <sup>b</sup>
uNDF <sub>240</sub> om felvétel, élősúly%	0,35 <sup>c</sup>	<b>0,36<sup>c</sup></b>	<b>0,45<sup>a</sup></b>	0,43 <sup>b</sup>
peuNDFom <sup>4</sup> felvétel, kg/nap	5,56 <sup>b</sup>	<b>5,94<sup>a</sup></b>	<b>5,07<sup>c</sup></b>	5,44 <sup>b</sup>
peuNDFom felvétel, kg/nap	1,47 <sup>c</sup>	<b>1,59<sup>b</sup></b>	<b>1,61<sup>b</sup></b>	1,74 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> emészthetetlen rost (240 órás in vitro inkubáció), <sup>2</sup> fizikailag hatékony rost, <sup>3</sup> amilázzal kezelt, hamuval korrigált NDF, <sup>4</sup> fizikailag hatékony uNDF.  
A különböző betűjelek szignifikáns eltérést jeleznek (P < 0,05)

## A tejtermelés alakulása a peuNDF és az uNDF<sub>240</sub> függvényében

Fontos kérdés, hogy a tejtermelés követi-e a takarmányfelvételben bekövetkezett változásokat? Általánosságban elmondható, hogy a tejtermelés és az energia-korrigált tejtermelés (ECM) hasonlóan reagált a peuNDF-bevitelre (3. táblázat). **Az ECM-tejtermelés a nagy uNDF<sub>240</sub>- és nagy peuNDF-tartalmú takarmányt fogyasztó tehének esetében volt a legalacsonyabb. A legnagyobb ott volt a tejtermelés, ahol a kevés uNDF<sub>240</sub> + kevés peuNDF takarmányadagot ették a tehének**

(3. táblázat). A szárazanyag-felvételt követve az ECM-tejhozam hasonlóan közepes volt a kevés-sok és a sok-kevés uNDF<sub>240</sub> + peuNDF diéták esetében. **Érdekes módon a tejsír% inkább az uNDF<sub>240</sub>-hez kapcsolódott, mint a peuNDF tartalomhoz** (a kísérletben nem volt bendőacidózis, tehát a struktúrrost nem gátolta a bendő mikroflóra működését, ezért az emészthető rost elsődleges limitáló tényezővé vált. Ha azonban a gyakorlati életben olyan kevés a fizikailag hatékony rost az adagban, hogy bendőacidózis



alakul ki, akkor már a struktúrrost léphet elő a tejsír elsődleges limitáló faktorává, tehát esetfüggő a kérdés – a Szerk. megjegyzése). További kutatásokra van szükség ahhoz, hogy megértsük a tejsírnak az  $uNDF_{240}$  és  $peNDF$  értékre adott eredményét.

Úgy tűnt, hogy a tej valódi fehérje tartalmát a kisebb  $peNDF$ -felvétel növelte, míg a sok  $uNDF_{240}$  + sok  $peNDF$  adagot fogyasztó tehének esetében volt a legalacsonyabb

a tejfehérje százalékos aránya. A sok  $uNDF_{240}$  + kevés  $peNDF$  adag közepes tejfehérjét eredményezett (3. táblázat). **A tej karbamid-nitrogén (MUN) koncentrációja az  $uNDF_{240}$  csökkenésével csökkent, valamint a kevés  $uNDF_{240}$ -et fogyasztó tehének között a kisebb  $peNDF$ -koncentráció tovább csökkentette a MUN-értékét (a MUN és a tejkarbamid értéke között 2,11 a szorzó – a Szerk. megjegyzése).**

**3. táblázat** A tejtermelés, a takarmányértékesítés és a tej összetétele különböző  $uNDF_{240}$  és  $peNDF$ -tartalmú adagok esetében

	Kevés $uNDF_{240}$ <sup>1</sup>		Sok $uNDF_{240}$	
	Kevés $peNDF$ <sup>2</sup>	Sok $peNDF$	Kevés $peNDF$	Sok $peNDF$
Tej kg/nap	46,1 <sup>a</sup>	<b>44,9<sup>ab</sup></b>	<b>44,0<sup>bc</sup></b>	42,6 <sup>c</sup>
Tejsír %	3,68 <sup>b</sup>	<b>3,66<sup>b</sup></b>	<b>3,93<sup>a</sup></b>	3,92 <sup>a</sup>
Tej valódi fehérje %	2,93 <sup>a</sup>	<b>2,88<sup>ab</sup></b>	<b>2,96<sup>a</sup></b>	2,84 <sup>b</sup>
Tej karbamid nitrogén (MUN) mg/dl (tejkarbamid = karbamidN x 2,11 - Szerk.)	8,5 <sup>c</sup>	<b>9,4<sup>bc</sup></b>	<b>10,1<sup>ab</sup></b>	11,0 <sup>a</sup>
EMC tej kg/nap	47,0 <sup>a</sup>	<b>45,7<sup>ab</sup></b>	<b>46,4<sup>ab</sup></b>	44,6 <sup>b</sup>
EMC tej/ SZAF. kg/kg	1,71 <sup>ab</sup>	<b>1,68<sup>b</sup></b>	<b>1,70<sup>ab</sup></b>	1,79 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> emészthetetlen rost (240 órás in vitro inkubáció), <sup>2</sup> fizikailag hatékony rost.  
A különböző betűjelek szignifikáns eltérést jeleznek ( $P \leq 0,05$ )

## A kérődzés alakulása a $peNDF$ és $uNDF_{240}$ függvényében



Az  $uNDF_{240}$  és  $peNDF$  nagyobb hatással volt az evési viselkedésre, mint a kérődzési időre (4. táblázat). Egy friss szemleciikkben olvasható, hogy a nagyobb tömegtakarmány-tartalom, nagyobb NDF- vagy nagyobb  $peNDF$ -tartalom, gyengébb NDF-emészthetőséggel társulva számos tömegtakarmány esetében megnöveli az evéssel töltött időt (Grant és Ferraretto, 2018). Jelen vizsgálatban **a sok  $uNDF_{240}$  + sok  $peNDF$  takarmány-adaggal etetett tehének 45 perc/nap értékkel tovább ettek, és mégis közel 3 kg/nap értékkel kevesebb szárazanyagot fogyasztottak, mint azok a tehének, amelyeket kevés  $uNDF_{240}$  + kevés  $peNDF$  adaggal etettek** (4. táblázat).

Szem előtt kell azonban tartanunk, hogy a nagyobb  $uNDF_{240}$ -tartalom nagyobb tömegtakarmány-hányaddal lett kialakítva. A jövőbeni kísérletek során fel kell mérni,

hogy hasonló eredményeket kapnánk-e, ha az  $uNDF_{240}$ -tartalmat a betakarítás dátumának és a takarmány fenológiai fázisának változtatásával módosítanánk.

A sok  $peNDF$  + sok  $uNDF_{240}$  adaggal etetett tehéneknek volt a leghosszabb az evési ideje a kisebb  $uNDF_{240}$ -tartalmú adagokkal etetett tehénekhez képest (4. táblázat).

Gyakorlati menedzsment kérdés, hogy a tehének elegendő időt töltenek-e az etetőasztalnál vagy sem a túl durvára aprított és nagyobb  $uNDF_{240}$ -tartalmú adag fogyasztásakor. És ha figyelembe vesszük, hogy egy istálló lehet túlszűfolt, vagy más módon is kialakulhat versengés a takarmányért, akkor az evési idő korlátja még ártalmasabb ilyen takarmányadag esetében. **A széna finomra aprítása a sok  $uNDF_{240}$ -et tartalmazó adag etetésekor 20 perccel csökkentette az evési időt, és hasonló eredményeket adott a kisebb  $uNDF_{240}$ -tartalmú adagokhoz képest.**



**4. táblázat** A kérődzés alakulása különböző uNDF<sub>240</sub> és peNDF-tartalmú adagok esetében

	Kevés uNDF <sub>240</sub> <sup>1</sup>		Sok uNDF <sub>240</sub>	
	Kevés peNDF <sup>2</sup>	Sok peNDF	Kevés peNDF	Sok peNDF
Evési idő, perc/nap	<b>255<sup>b</sup></b>	<b>263<sup>b</sup></b>	<b>279<sup>ab</sup></b>	<b>300<sup>a</sup></b>
Kérődzési idő, perc/nap	523	527	532	545

<sup>1</sup> emészthetetlen rost (240 órás in vitro inkubáció), <sup>2</sup> fizikailag hatékony rost.  
A különböző betűjelek szignifikáns eltérést jeleznek (P ≤ 0,05)

Az ok, amiért a különböző kezelések az evési időt jobban befolyásolták, mint a kérődzési időt, részben azzal a megfigyeléssel függ össze, hogy a tehenek képesek a falatot viszonylag egyenletes részecskeméretűre rágni lenyelés előtt. Grant és Ferraretto (2018) kimutatták, **hogy számos takarmány esetében a frakcióméret 10-11**

**mm-re csökkent a lenyelés előtti rágás során** (Schadt és mtsai., 2012). Jelenlegi vizsgálatukban is megerősítették a szerzők, hogy **mind a négy takarmánytípus esetében a tehenek körülbelül 7-8 mm-es átlagos frakcióméretűre rágták össze a rostot a falatban (5. táblázat), függetlenül a takarmány uNDF<sub>240</sub>- vagy peNDF-tartalmától.**

**5. táblázat** A kérődzés alakulása különböző uNDF<sub>240</sub> és peNDF-tartalmú adagok esetében

Adag	Szita lyukméret, mm						Átlagos frakcióméret, mm
	19,2	13,2	9,50	6,70	4,75	3,35	
Kevés peNDF <sup>1</sup> , kevés uNDF <sub>240</sub> <sup>2</sup>	3	27	33	20	10	7	9,36
Sok peNDF, kevés uNDF <sub>240</sub> <sup>2</sup>	12	27	29	16	9	6	10,42
Kevés peNDF, sok uNDF <sub>240</sub> <sup>2</sup>	9	21	23	22	14	11	9,19
Sok peNDF, sok uNDF <sub>240</sub> <sup>2</sup>	32	13	17	20	11	7	11,55
<b>Falat</b>							
Kevés peNDF <sup>1</sup> , kevés uNDF <sub>240</sub> <sup>2</sup>	1	11	38	26	14	10	<b>7,96</b>
Sok peNDF, kevés uNDF <sub>240</sub> <sup>2</sup>	3	11	22	29	20	16	<b>7,46</b>
Kevés peNDF, sok uNDF <sub>240</sub> <sup>2</sup>	2	11	26	29	19	13	<b>7,51</b>
Sok peNDF, sok uNDF <sub>240</sub> <sup>2</sup>	5	12	19	28	21	14	<b>7,78</b>

<sup>1</sup> emészthetetlen rost (240 órás in vitro inkubáció), <sup>2</sup> fizikailag hatékony rost.  
A különböző betűjelek szignifikáns eltérést jeleznek (P ≤ 0,05)

## A bendőbeli fermentáció alakulása a peNDF és uNDF<sub>240</sub> függvényében

Az átlagos bendő pH ugyanazt a mintázatot adta, mint a szárazanyag-felvétel és az ECM tejtermelés (6. táblázat). **A pH 5,8 alatti tartományban eltöltött idő és terület számszerűen jobban összefüggött a takarmányadag uNDF<sub>240</sub>-tartalmával, mint a peNDF-tartalommal** (bár nem volt szignifikáns az összefüggés). Az összes illó zsírsav (VFA) koncentrációja ugyanazt a mintát követte, mint a szárazanyag-felvétel és az ECM tejtermelés, valamint a bendő átlagos pH-értéke: **a hasonló peNDF<sub>240</sub> koncentrációjú adagot fogyasztó teheneknél hasonló volt a bendőbeli VFA-koncentráció** (6. táblázat). **A tejsír%-hoz hasonlóan, a bendőacetát + butirát:propionát arányt jobban befolyásolta az uNDF<sub>240</sub>, mint a peNDF-tartalom.**

Amikor megvizsgálták a bendőbeli rostrétegek méretét és azok anyagforgalmát, azt találták, hogy az NDF-réteg általában nagyobb volt a nagyobb uNDF<sub>240</sub>-tartalmú takarmányt fogyasztó tehenek esetében, és az uNDF<sub>240</sub>

rostréteg mérete nagyobb volt az azonos takarmányt fogyasztó teheneknél (6. táblázat). **Az NDF bendőbeli áramlási sebessége lassabb volt a nagyobb uNDF<sub>240</sub>-tartalmú takarmányt fogyasztó teheneknél. A sok uNDF<sub>240</sub> + sok peNDF adag esetében volt a leglassabb az áthaladás a bendőn.** Összességében kicsik voltak a különbségek a különböző takarmányadagok között a bendőbeli rostrétegek méretében és anyagforgalmában, de úgy tűnt, hogy **a nagyobb uNDF<sub>240</sub>-tartalmú adagok növelték az uNDF<sub>240</sub> mennyiségét a bendőben, és lassították az NDF anyagforgalmát. A finomra aprított, de nagy uNDF<sub>240</sub>-tartalmú takarmányadagot fogyasztó tehenek esetében a nagyobb szárazanyag-felvételt magyarázza a gyorsabb bendőbeli NDF-forgalom.**

Amennyiben a jövőbeli kutatások megerősítik ennek a kezdeti vizsgálatnak az eredményeit, az azt sugallja, hogy abban az esetben, amikor **a tömegtakarmány rost-emészthetősége gyengébb a kívánatosnál, a finomabb**



szecskaméret növelheti a takarmányfelvételt és a tejtermelést. A nagyobb uNDF<sub>240</sub>-tartalmú, de kisebb peNDF-tartalmú takarmányadaggal etetett tehének esetében a tejtermelés javulása összefügg a rövidebb evési idővel, valamint a kedvezőbb bendőfermentációval

és a gyorsabb rostforgalommal. Fontos kérdés, hogy a bendőben fermentálható keményítő hogyan léphet kölcsönhatásba az uNDF<sub>240</sub> vagy a peNDF<sub>240</sub> különböző koncentrációival. A Miner Intézetben folyamatban lévő vizsgálatok célja ennek a kérdésnek a megválaszolása.

6. táblázat A bendőfermentáció és a rostforgalom dinamikája különböző uNDF<sub>240</sub>- és peNDF-tartalmú adagok esetében

	Kevés uNDF <sub>240</sub> <sup>1</sup>		Sok uNDF <sub>240</sub>	
	Kevés peNDF <sup>2</sup>	Sok peNDF	Kevés peNDF	Sok peNDF
<b>Alapparaméterek</b>				
Bendő pH (24 órás átlag)	6,11 <sup>b</sup>	6,17 <sup>ab</sup>	6,22 <sup>ab</sup>	6,24 <sup>a</sup>
<b>Időtartam pH &lt; 5,8 perc/nap</b>	<b>253</b>	<b>208</b>	<b>166</b>	<b>164</b>
AUC, pH < 5,8 <sup>3</sup>	52,0	49,6	33,5	30,0
Összes illósav (VFA) mM	122,8 <sup>b</sup>	120,6 <sup>ab</sup>	118,3 <sup>ab</sup>	112,3 <sup>b</sup>
<b>Acetát+vajsav : propionsav</b>	<b>3,33<sup>c</sup></b>	<b>3,39<sup>bc</sup></b>	<b>3,58<sup>a</sup></b>	<b>3,54<sup>ab</sup></b>
<b>Bendőbeli rostréteg, kg</b>				
Szerves anyag (OM)	12,7	12,3	12,9	12,4
aNDFom	8,2	7,9	8,7	8,4
<b>uNDF<sub>240</sub>om</b>	<b>3,8<sup>b</sup></b>	<b>3,7<sup>b</sup></b>	<b>4,5<sup>a</sup></b>	<b>4,4<sup>a</sup></b>
<b>Bendőbeli anyagforgalom, %/óra</b>				
Szerves anyag (OM)	8,7	8,8	8,4	8,0
<b>aNDFom</b>	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>4,2</b>	<b>3,9</b>
uNDF <sub>240</sub> om	2,7	2,8	3,0	2,7

<sup>1</sup> emészthetetlen rost (240 órás in vitro inkubáció), <sup>2</sup> fizikailag hatékony rost, <sup>3</sup> a pH < 5,8 alatti görbe területe; bendő pH 5,8 alatti egységek száma óránként. A különböző betűjelek szignifikáns eltérést jeleznek (P ≤ 0,05)

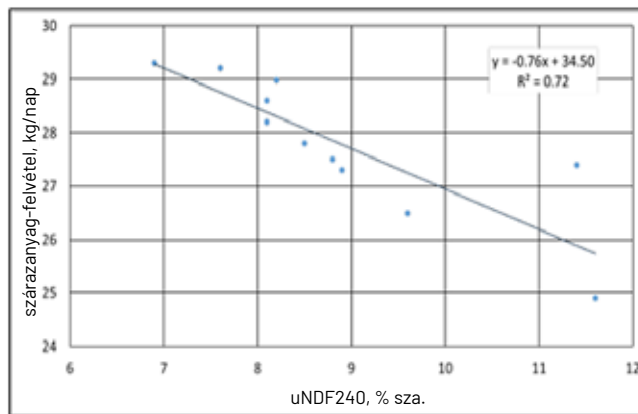
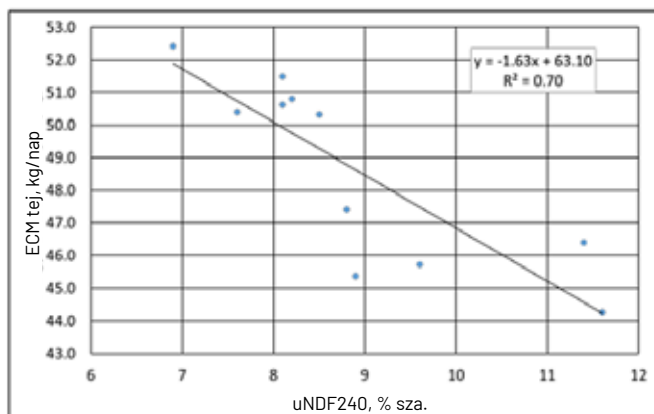
## Előzetes szintézis: uNDF<sub>240</sub> és peNDF vs. szárazanyag-felvétel és tejtermelés

A szerzők összevetették négy kísérlet eredményeit, melyek során az uNDF<sub>240</sub>, a szárazanyag-felvétel és a tejtermelés, továbbá a peNDF<sub>240</sub>, a szárazanyag-felvétel, valamint a tejtermelés összefüggéseit vizsgálták korábban. A kísérletek során a takarmányadag alapját túlnyomórészt kukoricaszilázs adta, fűszilázzsal és aprított szalmával kiegészítve.

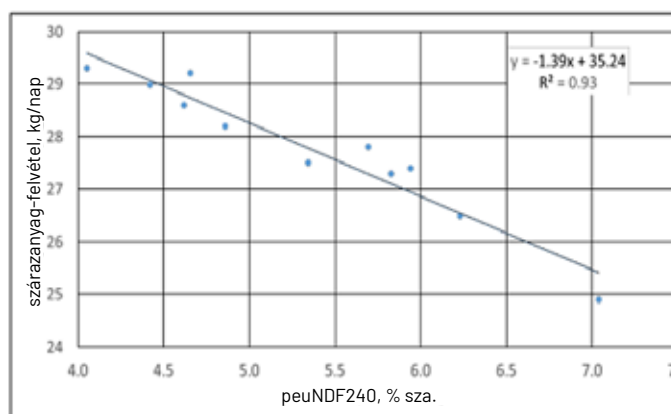
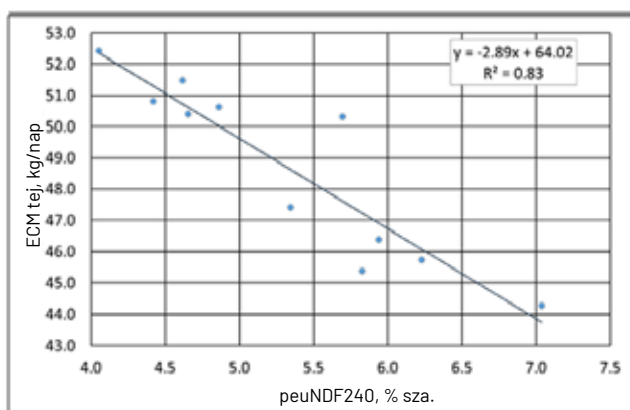
Az 1. ábrán és a 2. ábrán az uNDF<sub>240</sub> illetve a peNDF<sub>240</sub> kapcsolata látható a szárazanyag-felvétellel és a tejtermeléssel. Ez alapján mindkét paraméter, de különösen a **peNDF** esetében **szoros az összefüggés (R<sup>2</sup> = 0,93; R<sup>2</sup> = 0,83) a szárazanyag-felvétellel és a tejtermeléssel.**



1. ábra Az uNDF<sub>240</sub> (emészthetetlen rost) és a szárazanyag-felvétel, valamint a korrigált (ECM) tejtermelés összefüggése



2. ábra A  $peuNDF_{240}$  és a szárazanyag-felvétel, valamint a korrigált (ECM) tejtermelés összefüggése



## Összefoglalás: A két rost meséje

A számított "fizikailag hatékony  $uNDF_{240}$ " ( $peuNDF = pef \times uNDF_{240}$ ) hasznos fogalomnak tűnt ebben a vizsgálatban és a hasonló típusú takarmányokkal végzett kísérletekben mért eredmények alapján. A szerzők célja nem egy újabb rövidítés kitalálása volt, hanem egy potenciálisan hasznos fogalomra való összpontosítás. Ugyanolyan választ tudtak kiváltani a tehénből, akár kevesebb  $uNDF_{240}$ -t etettek nagyobb  $peNDF$ -tartalom mellett, akár több  $uNDF_{240}$ -t etettek, de a száraz szénát finomabbra aprították. Más szóval, **a  $peuNDF_{240}$  (a  $pef$  és az  $uNDF_{240}$  összevonása) nagymértékben összefüggött a szárazanyag-felvétellel és a tejtermeléssel.**

Ahogy Charles Dickens írta a Tale of Two Cities (Egy mese két városról) című klasszikus regényében: "Voltak jobb idők és voltak rosszabbak". Ami a rostot illeti, úgy tűnik, hogy jobb időket élhetünk majd át, ha az adagok kialakításakor képesek vagyunk a rost két paraméterét (az  $uNDF_{240}$  és a  $peNDF$  értékét) összevonva alkalmazni (Grant, 2018). További kutatásokra van azonban szükség ahhoz, hogy ezt az összefüggést lucerna alapú takarmányokban, legeltetési rendszerekben és más takarmányozási technológiák mellett is teszteljék.

## A cikk főbb üzenetei

- A takarmányfelvételt és a tejtermelést jelentős mértékben befolyásolja a takarmányadag NDF-tartalma, de az NDF-tartalom önmagában nem mindig magyarázza a szárazanyag-felvételt és a tejhozamban tapasztalt változásokat.
- A rost fizikai hatékonyságának ( $peNDF$ ) és emészthetőségének, illetve emészthetetlenségének ( $uNDF_{240}$ ) figyelembe vétele segít a várható szárazanyag-felvétel és a várható tejtermelés pontosabb előrejelzésében.
- Egy új koncepció, mely egyesíti a  $peNDF$  és az  $uNDF_{240}$  értékét ( $peuNDF$ ), hatékonynak látszik a várható szárazanyag-felvétel és a várható tejtermelés előrejelzésében, amikor a takarmányadag alapja kukoricaszilázs és fű- vagy gabonaszilázs.
- Ha a tömegtakarmány rostemészthetősége rosszabb az elvárhatónál, akkor a finomabb fizikai szerkezet (rövidebb szecskaméret) hasonló szintre emeli a szárazanyag-felvételt és a tejtermelést azon adaghoz, ami kevesebb emészthetetlen rostot ( $uNDF_{240}$ ) tartalmaz. Azt azonban kerülni kell, hogy

az alacsony  $uNDF_{240}$ -értékű (tehát jól emészthető) tömegtakarmányokat túl finomra aprítsuk.

- Bár a fizikai hatékonysági tényező (azaz a frakcióméret) és az  $uNDF_{240}$  kombinációjának koncepciója ( $peuNDF$ ) biztató, további vizsgálatokra van szükség pillangósokkal, legelőfüvel és nem tömegtakarmány-típusú rostforrásokkal annak tesztelésére, hogy a  $peuNDF$  és a szárazanyag-felvétel közötti kapcsolat mennyire stabil a takarmánytípusok és a takarmányozási környezet szélesebb skáláján.

