



TAKARMÁNYOZÁS A METÁN- CSÖKKENTÉS SZOLGÁLATÁBAN VI.

MENNYIRE SZÁMÍT A GABONASZEMEK FELDOLGOZÁSA ÉS
NEDVES TARTÓSÍTÁSA?

Szakértő
munkatársunk írása
Állattenyésztési
Teljesítményvizsgáló Kft.

A tejhasznú szarvasmarhák enterális metán- (CH_4 -) termelését számos, egymással kapcsolatban álló tényező befolyásolja, többek között az állatok szárazanyag-felvétele (dry matter intake, DMI), a takarmányadag összetétele és emészthetősége, valamint a bendő mikrobiális és fermentációs viszonyai. Az abraktakarmányok bázisát alkotó gabonafélék ebből a szempontból elsősorban keményítőtartalmuk révén fontosak; e szénhidrát emésztőrendszeri lebomlása nagymértékben függ a szemek fizikai szerkezetétől és az abból adódó enzimatisz hozzáférhetőségtől. Kétrészes írásunkban azt tekintjük át, hogy e jellemzők megváltoztatása mechanikai feldolgozással vagy nedves tartósítással milyen hatással lehet a keményítő bendőbeli fermentációjára, közvetve pedig a metanogenezisre. A lehetséges összefüggések megértéséhez a mikrobiális fermentáció hidrogénforgalmából kell kiindulni.

A gabonakeményítő takarmányadagon belüli mennyisége, valamint bendőbeli lebomlásának mértéke és üteme módosíthatja a keletkező végtermékek, köztük az illózsírsavak (volatile fatty acids, VFA-k) molárisarányát, és ezáltal a metabolikus hidrogén útját (Benchaa és mtsai., 2001). A fő VFA-k közül az acetát és a butirát képződése nettó hidrogénfelszabadulással jár, míg a propionát szintézise alternatív hidrogénfelhasználó folyamat (Czerkawski 1986). *(A bendőre jellemző pH-viszonyok között a VFA-k túlnyomórészt disszociált formában vannak jelen; ezért az ecetsav, a vajsav és a propionsav megfelelő formáját rendre acetátnak, butirátnak és propionátnak nevezzük.)* Ha tehát a feldolgozási és tartósítási eljárások a keményítő hozzáférhetőségének növelésével a propionát moláris arányának emelkedését idézik elő, elméletileg korlátozhatják a metanogenezis hidrogénellátását (Benchaa és mtsai., 2001).

1. Miért van szükség a gabonaszemek feldolgozására?

Az ép gabonaszem fizikai felépítése – mindenekelőtt külső védőrétegei és endospermiumának szerkezete – nehezíti, hogy a bendő mikroorganizmusai, illetve az

emésztőrendszer későbbi szakaszaiban az állat saját enzimeji hozzáférjenek a keményítőhöz. **Kukoricában és cirokban** ezt a hatást fokozza a keményítősze-



cséket körülvé, hidrofób prolaminfehérjékben – zeinben, illetve kafirinben – **gazdag fehérjemátrix** (Kotarski és mtsai., 1992; McAllister és mtsai., 1993, 1994). Ennek következtében e gabonafélék keményítőjének **bendőbeli lebonthatósága** – azonos intenzitású mechanikai feldolgozás mellett is – **elmarad a búzáétól vagy az árpaétól**, így nagyobb hányada juthat onnan tovább lebontatlanul (bypass keményítő). A különbség nagyobb endospermium-üvegesség, durvább részecskeméret vagy elégtelen fizikai feltárás esetén kifejezettebb lehet. **Cirokekban egyes genotípusok kondenzálttannin-tartalma** tovább ronthatja a keményítő enzimes hozzáférhetőségét.



A bendőbeli keményítőlebomlás mértékét azonban nem kizárólag a gabonafaj határozza meg. A feldolgozás módja és intenzitása, a teljes takarmányadag összetétele, a bendőpasszázs sebessége, valamint

a bendőmikrobióta keményítőben gazdag adaghoz való alkalmazkodása egyaránt szerepet játszik az alakulásában (McAllister és mtsai., 1993; Ferraretto és mtsai., 2013).

Tejhasznú szarvasmarhákban a **keményítő** teljes emésztőrendszeri emészthetősége széles tartományban, általában 70–100% között alakul (Firkins és mtsai., 2001; Ferraretto és mtsai., 2013; Fredin és mtsai., 2014). Takarmánnyal bevitt mennyisége változó, de jelentős hányada rendszerint már **a bendőben VFA-kká fermentálódik**. A bendőbeli lebomlást elkerülő frakció egy részét **a vékonybélben az állat saját emésztőenzimjei glükózzá hidrolizálják**, amely felszívódva közvetlenül hozzájárul a szervezet glükózellátásához. Az emésztőrendszer ezen szakaszán is változatlanul továbbjutó keményítő **a vastagbélbe kerül, ahol** mikrobiális fermentáció során **szintén VFA-k képződnek** (Nocek és Tamminga, 1991; Reynolds, 2006; Moharrery és mtsai., 2014). Energiatartalmának egy része így még hasznosul, ám e folyamat energetikailag kevésbé hatékony, mint a vékonybélbeli enzimes hidrolízis és az azt követő glükózfelszívódás (Harmon, 2009). **Az emésztőtraktusban le nem bontott keményítő** és a képződő mikrobiális biomassa végül **a trágyával ürül** (Harmon és mtsai., 2004; Reynolds, 2006; Moharrery és mtsai., 2014).

A keményítőemésztés részleges áthelyeződése a bendőből a vékonybélbe takarmányozási szempontból akkor lehet kedvező, ha egyrészt **mérsékli** a bendőben gyorsan lebomló szénhidrátok mennyiségét és ezáltal **a savterhelést, illetve a szubakut bendőacidózist (subacute ruminal acidosis, SARA) kockázatát**, másrészt a továbbjutó hányad jelentős része a vékonybélben glükózzá hidrolizálódik. **E kedvező hatás érvényesülése azonban a teljes takarmányadag által befolyásolt bendőfermentációs viszonyoktól is függ**, amelyek szempontjából a keményítő és a vízdíszítő szénhidrátok mennyisége, valamint a peNDF- (physically effective neutral detergent fibre – fizikailag hatékony neutrális detergens rost) ellátottság egyaránt meghatározó.

Az enterális CH_4 -kibocsátás szempontjából ugyanakkor az emésztés helyének ilyen irányú eltolódása nem feltétlenül kedvező. Bár a bendőben lebomló keményítő mennyiségének csökkenésével kevesebb hidrogén szabadul fel a mikrobiális folyamatok során, ezzel egyidejűleg módosulhat a VFA-profil, és mérséklődhet a hidrogénfelhasználással járó propionátképződés is. A nettó CH_4 -választ összességében a bendőben mikrobiálisan átalakuló szubsztrátum mennyisége, a fermentációs végtermékek képződésének aránya és az ezekhez kapcsolódó hidrogénforgalom együttesen alakítja, amit a keményítő bendőbeli lebomlásának mértéke és üteme, illetve a posztruminális emésztésre jutó hányada is befolyásol (Mills és mtsai., 2001; Moharrery

és mtsai., 2014; Hatew és mtsai., 2015). A bypass keményítő arányának növelése önmagában tehát nem tekinthető igazolt CH_4 -mérséklési stratégiának.



2. A feldolgozási technológiák célja és csoportosítása

A gabonafeldolgozás feladata **a szem fizikai szerkezetének megbontása**, valamint a benne található **keményítő enzimatisz hozzáférhetőségének javítása, emésztési helyének és ütemének befolyásolása**. A gyakorlatban ugyanakkor kerülni kell a szélsőségeket: nem lehet cél sem a keményítő teljes bendőbeli lebomlása, sem a bypass hányad túlzott növelése. Ehelyett olyan feldolgozottsági fokra kell törekedni, amely a bendőfermentáció stabilitásának megőrzése mellett kedvező teljes emésztőrendszeri emészthetőséget biztosít.

Ennek jelentőségét jól mutatják a két véglet következményei. Míg az elégtelen feltárás ronthatja a keményítő hasznosulását és növelheti a bélsárral ürülő mennyiségét, addig az intenzív/túl intenzív kezelés felgyorsíthatja a bendőbeli fermentációját és az ezzel járó savképződést, csökkentheti a bendő pH-ját, ronthatja a rostbontást, valamint fokozhatja a SARA kialakulásának kockázatát (Nocek és Tamminga, 1991; Firkins és mtsai., 2001; Ferraretto és mtsai., 2013). A megfelelő technológia és feldolgozási intenzitás megválasztásakor ezért a gabonafajt, a szem nedvességtartalmát, a kívánt részecskeméret-eloszlást, továbbá a teljes takarmányadag összetételét és fermentációs jellemzőit egyaránt figyelembe kell venni.

A tejhasznú szarvasmarhák takarmányozásában a gabonaszemek közvetlen feldolgozási eljárásai közül **elsősorban a kalapácsos darálásnak, a száraz, nedvesített és gőzöléses hengerlésnek, illetve a gőzpelyhesítésnek van gyakorlati jelentősége**. Ezek eltérő mértékben bontják meg a szem fizikai szerkezetét, és különböző részecskeméret-eloszlást eredményeznek, amelynek következtében módosulhat a keményítő emésztésének bendőbeli és posztruminális megoszlása, valamint teljes emésztőrendszeri emészthetősége. *(Jelen áttekintés nem tér ki az olajos magvak, fehérjehordozók és egyéb alapanyagok extrudálására, az olajipari extrahálásra, valamint az oldható rostban gazdag takarmányok, a cukorforrások, illetve az élelmiszer- és bioüzemanyag-ipari melléktermékek technológiai kezelésére. E takarmányok etetésének enterális CH_4 -kibocsátásra gyakorolt hatása ugyanis elsősorban tápanyag-összetételükkel, adagbeli arányukkal és az általuk helyettesített takarmány jellemzőivel*

hozható összefüggésbe, semmint a gabonaféléknél alkalmazott fizikai feltárási eljárásokkal.)

2.1. Mechanikai feldolgozás

A mechanikai feldolgozás **megbontja a gabonaszem külső rétegeit, csökkenti a részecskeméretet, és növeli a bendőmikrobák, illetve az állat saját emésztőenzimjei számára hozzáférhető felületet**. A hazai tejhasznú szarvasmarha-takarmányozásban a gabonákat többnyire darált vagy roppantott formában etetik (Szabó, 2011).

A kalászos gabonákat – például az árpát és a búzát – leggyakrabban kalapácsos darálással vagy száraz hengeres roppantással készítik elő a takarmányozásra. **Kalapácsos daráláskor** a rosta nyílásméretét és az üzemeltetési paramétereket (például a fordulatszámot) úgy célszerű megválasztani, hogy a végtermék **viszonylag durva szemcseméretű maradjon**, és csak kis arányban tartalmazzon finom, lisztes-poros frakciót. Ez különösen azért fontos, mert e gabonák keményítője viszonylag gyorsan fermentálódik a bendőben, a túlzott aprítás pedig tovább növelheti lebomlásának sebességét.

A **száraz hengeres roppantás** során a gabonaszemek egy vagy több, egymással ellentétes irányban forgó hengerpár közötti résen haladnak át. A hengerek nyomó-, valamint – bordázott felület és eltérő kerületi sebesség esetén – nyíróhatása **felrepeszti a szem külső rétegeit és megbontja az endospermium szerkezetét, miközben a szem nagyobb, szabálytalan részecskékre törik**. A roppantás célja tehát az ép szem durva mechanikai feltárása, miközben a kalapácsos daráláshoz képest rendszerint kisebb arányban képződik lisztes frakció.



adnak, majd a szemeket pihentetik, hogy a nedvesség behatoljon azok belsejébe és ott részben kiegyenlítődjön. Például árpa esetében a nedvességtartalmat rendszerint 18–20%-ra állítják be, a pihentetés pedig 12–24 óráig tarthat. Külső hő- vagy gőzbevitel hiányában számottevő keményítőzselatinizáció (a natív keményítő rendezett szerkezetének megbomlása) nem következik be. **A vízfelvétel ugyanakkor rugalmasabbá és kevésbé törékennyé teszi a szemet,** így a száraz hengerléshez képest mérséklődik az aprózódás és a finom frakció képződése.

2.2. Hidrotermikus eljárások

A hidrotermikus eljárások **a mechanikai feltárást hő- és nedvességkezeléssel kombinálják.** A tejhasznú szarvasmarhák takarmányozásában elsősorban a gőzöléses hengerlésnek és a gőzpelyhesítésnek van gyakorlati jelentősége.

Gőzöléses hengerléskor a gabonát rövid, mintegy 1–8 perces gőzös kondicionálást követően hengerek között roppantják és mérsékelten ellapítják. A végtermék így viszonylag vastag és tömör marad. **A keményítő hozzáférhetősége főként a mechanikai feltárástól függ, miközben szerkezeti átalakulása korlátozott mértékű.**



A **gőzpelyhesítés** ennél intenzívebb hidrotermikus eljárás, amely általában 20–60 perces – kukoricánál rendszerint legalább 30 perces – gőzkondicionálást, majd a felpuhult, 18–20%-os nedvességtartalmú szemek vékony pelyhekké történő hengerlését, szárítását és hűtését foglalja magában. A hosszabb hő- és nedvességhatás, valamint az intenzívebb mechanikai feltárástól függően a keményítőszemcsék körülvevő fehérjemátrix szerkezetét, és **részleges keményítőzselatinizációt idézhet elő.** Ezzel a

keményítő könnyebben hozzáférhetővé válhat mind a bendőmikrobák, mind az állat saját emésztőenzimjei számára, ami növelheti a teljes emésztőtraktusbeli emészthetőségét (Firkins és mtsai., 2001; Ferraretto és mtsai., 2013; Arndt és mtsai., 2022).

A kezelés **hatása kukoricában és cirokban rendszerint kifejezettebb, mint árpában vagy búzában.** Ennek hátterében a korábban már említett endospermium-szerkezeti sajátosságok állnak: a **kukorica** zeinben, a cirok kafirinben gazdag fehérjemátrixa erősen korlátozza a natív keményítő hozzáférhetőségét, ezért e szerkezet fellazításával **számottevően javul annak emészthetősége** (McAllister és mtsai., 1993). A hatékonyabb tápanyag-hasznosulás megfelelő takarmányozási körülmények között **nagyobb tejhozammal és tejfehérje-termeléssel járhat** (például Chen és mtsai., 1994; Yu és mtsai., 1998; Theurer és mtsai., 1999; Firkins és mtsai., 2001; Arndt és mtsai., 2022).

Árpa és búza esetében a hidrotermikus feldolgozás termelési előnye kevésbé egyértelmű, mivel **keményítőjük már a mechanikai feltárástól is gyorsan és nagy arányban fermentálódik a bendőben** (McAllister és mtsai., 1990; Firkins és mtsai., 2001). A gőzpelyhesítés az egyszerűbb mechanikai feldolgozáshoz képest tovább növeli a keményítő hozzáférhetőségét és bendőbeli lebomlását, ez azonban nem feltétlenül jár nagyobb takarmányfelvétellel vagy tejtermeléssel. A keményítő gyors és nagymértékű bendőbeli fermentációja ugyanis növelheti a savterhelést, csökkentheti a bendő pH-ját, ronthatja a rostbontást és mérsékelheti a DMI-t, részben vagy akár teljesen ellensúlyozva a nagyobb fokú szemfeltárásból származó előnyöket. A termelési válasz ezért a feldolgozás intenzitása mellett a takarmányadag keményítő- és rosttartalmától, fizikai szerkezetétől és fermentálhatóságától is függ (López-Soto és mtsai., 2014; Safaei és Yang, 2017; Khorasani és mtsai., 2017).

2.3. Pelletálás

A pelletálás **mechanikai és hidrotermikus műveleteket magában foglaló formázási eljárás.** Az előzetesen megőrölt alapanyagot vagy keveréket rendszerint gőzös kondicionálást követően, szükség esetén folyékony komponensek vagy kötőanyagok hozzáadásával, présesatornákon át henger alakú



pelletekké (rudacskákká) formázzák. A kondicionálás során az alapanyag nedvességtartalma mintegy 15–17%-ra, hőmérséklete pedig 70–90 °C-ra emelkedik. A présből kilépő, még 80–90 °C körüli pelleteteket ezt követően lehűtik, miközben víztartalmuk is csökken. A gyártás során **alkalmazott hő-, nedvesség- és mechanikai hatások** – amellet, hogy elősegítik a részecskék összetapadását és a stabil pelletstruktúra kialakulását – **némileg módosítják a keményítő és a fehérjék szerkezetét**. A pelletálással összefüggő takarmányfelvételi, válogatási és tápanyag-emészthetőségi **változások ugyanakkor nem egységesek**, alakulásukban az alapanyag-összetétel és az őrlési finomság, a kondicionálás és a préselés körülményei, a pellet fizikai tulajdonságai és adagbeli

aránya, valamint a teljes takarmányadag összetétele egyaránt szerepet játszik (Tosta és mtsai., 2019; Krogstad és mtsai., 2021).



3. Nedves tartósítás

A nedves tartósítás a szemes termények feldolgozásának és tárolásának olyan kombinált módja, amely során **a nagy nedvességtartalommal betakarított vagy utólag visszanedvesített szemet rendszerint darálással vagy roppantással feltárják, majd megfelelő tömörítés és légmentes lezárás mellett, anaerob körülmények között tartósítják**. A technológiát elsősorban kukorica, kisebb mértékben cirok esetében alkalmazzák.

Az erjedés során zajló **proteolízis részlegesen lebontja** a keményítőszemcséket körülvevő, prolaminokban gazdag **fehérjemátrixot**. Ez alapvetően nem változtatja meg a keményítőszemcsék szerkezetét, viszont szabaddá teszi felületük egy részét a mikrobiális és az állat saját emésztőenzimjei számára.

A nedves tartósítás egyik legelterjedtebb formája **a nedves kukorica** (high-moisture corn, HMC) előállítás. Ilyenkor a szemet általában **25–35%-os nedvességtartalommal takarítják be**, majd darálva vagy roppantva silózzák. Ez a nedvességtartalom **elősegíti** az erjedést és **a fehérjemátrix tárolás alatti részleges lebomlását**, míg az optimálistól mindkét irányban való eltérés kedvezőtlenül befolyásolja a tömöríthetőséget, az erjedés lefolyását és a tárolási veszteségeket.

Hasonló takarmány állítható elő az érett szemes kukorica mechanikai feltárásával, visszanedvesítésével és az ezt követő silózásával is. Bár a HMC és a visszanedvesített szemeskukorica-szilázs nem tekint-

hető teljesen azonos terméknek, a megfelelően hosszú tárolás mindkettőnél javítja a keményítő enzimátikus hozzáférhetőségét. Erjedési jellemzőik és tárolási veszteségeik ugyanakkor az alapanyag eltérő érettségi állapota és kiindulási nedvességtartalma miatt különböznek (Fernandes és mtsai., 2021; Castro és mtsai., 2019).

Azonos vagy összevethető mechanikai feltárás mellett **a nedvesen tartósított kukorica keményítőjének bendőbeli emészthetősége rendszerint nagyobb, mint a szárazon tárolt szemeké**. Cirokban a nedves tartósítás ugyancsak módosítja a keményítőszemcséket körülvevő fehérjemátrixot, a folyamat azonban lassabban halad előre, és a keményítő bendőbeli lebomlására gyakorolt hatása kevésbé következetes. A változás mértékét a cirok genotípusa, az endospermiumának szerkezete és üvegeessége, silózáskori nedvességtartalma, a mechanikai feltárás intenzitása, a tömörítés és a légmentes lezárás minősége, valamint a tárolás időtartama együttesen alakítja.

Ferraretto és mtsai. (2013) metaanalízisükben kimutatták, hogy a kukoricaszem betakarításának, feldolgozásának, illetve tartósításának módja tejelő tehenek esetében jelentősen befolyásolja a keményítő teljes emésztőtraktusbeli emészthetőségét. A modellkorrigált eredmények alapján **a HMC és a gőzzel kezelt kukorica keményítőjének emészthetősége összességében kedvezőbb volt**, mint a szárazon darált, roppantott vagy hengerelt kukoricaszemeké.



A részecskeméret a száraz és a silózott kukoricánál egyaránt meghatározó tényezőnek bizonyult. A 2 mm-nél kisebb átlagos részecskeméretű HMC keményítőjének emészthetősége 95,2%, míg a 2 mm-es vagy annál nagyobb részecskeméretű kategóriáé 89,5% volt. Szárazon darált kukoricánál a 0,5–1,0, illetve a 3,5–4,0 mm-es tartományokhoz 93,3, illetve 77,7%-os keményítőemészthetőség társult. Bár ezek modellalapú becslések, és nem azonos körülmények között végzett, közvetlen kezelési összehasonlításokból származó adatok, arra mindenképp rámutatnak, hogy **az anaerob erjesztéses tartósítás nem teszi szükségtelessé a kukoricaszem megfelelő mechanikai feltárását**. A metaanalízis szerint ugyanakkor **a részecskeméret nem gyakorolt szignifikáns hatást sem a DMI-re, sem a tejhozamra**, így az intenzívebb mechanikai feldolgozásból eredő emészthetőségi előny nem szükségszerűen jelent kedvezőbb termelési választ.

Gandra és mtsai. (2025) 24 laktáló girolando tehénnel vizsgálták a visszanedvesített szemeskukorica-szilázs etetésének és proteázkezelésének takarmányozási hatását. (A girolando egy brazil keresztezett [giri x holstein-fríz] tejhasznú fajta.) A kontrolladag darált kukoricát tartalmazott, amelynek teljes egészét visszanedvesített szemeskukorica-szilázzsal helyettesítették a másik két kezelésben: proteáz hozzáadása nélkül, illetve silózáskor adagolt proteázzal. A kontrollcsoportban a keményítő teljes emésztőrendszeri keményítőemészthetősége 88,55%, a DMI 15,13 kg/nap, a tejhozam pedig 16,80 kg/nap volt, míg a kezeletlen szilázs etetésekor e mutatók rendre 92,49%-ra, 15,57 kg/napra és 17,26 kg/napra, a proteázzal kezelt változat esetében pedig 95,31%-ra, 16,39 kg/napra és 20,22 kg/napra emelkedtek. E kedvező eredmények szélesebb körű megerősítése ugyanakkor további, nagyobb állatlétszámú és eltérő takarmányozási körülmények között végzett vizsgálatokat igényel.



Nedves tartósítással a szemes cirok takarmányértéke is javítható. A silózás alatt végbemenő proteolízis fokozatosan módosítja a keményítőszemcséket körülvevő, kafirinben gazdag fehérjemátrixot, **ám a folyamat rendszerint lassabban halad előre**, mint a kukoricában. Ezért a cirok megfelelő feltárásához intenzívebb mechanikai feldolgozásra és hosszabb tárolásra van szükség.

A kukorica és a cirok fehérjemátrixának eltérő proteolitikus átalakulását jól szemlélteti Silva és mtsai.-nak (2020) laboratóriumi silózási kísérlete. A kutatók cirkot és 74,5%-os endospermium-üvegességgű, keményszemű kukoricát azonos módon, 3 mm-es rostával felszerelt kalapácsos darálóval készítették elő, majd a szemeket 35%-os nedvességtartalomra állították be, és 0–360 napig silózták. Az oldhatatlan nitrogénfrakció arányának csökkenését a keményítő-fehérje mátrix proteolitikus feltáródásának közvetett jeleként értelmezték. **Kukoricában már 14 napos silózás után szignifikáns változást mértek**, az érték pedig **kb. 120 nap után stabilizálódott. Cirokban viszont legalább 45 napos silózásra volt szükség az első szignifikáns csökkenés kimutatásához, és 360 nap elteltével sem alakult ki egyértelmű stabilizálódás.**

A nedves tartósítást nemcsak tisztán szemes alapanyagoknál, hanem a kukoricacső rostos részeit is tartalmazó termékek – így a **CCM** (corn cob mix – szem-csutka zúzalék, csuhé nélkül) és az **LKS** (Lieschkolbenschrot – szem-csutka-csuhével zúzalék) – előállításakor is alkalmazzák. Az utóbbiak azonban **nem tekinthetők egyszerűen a HMC rostosabb változatainak**: keményítő- és rosttartalmukat, továbbá keményítőjük hozzáférhetőségét és bendőbeli fermentációját a szem, a csutka és – LKS esetében – a csuhélevelek egymáshoz viszonyított aránya, a kukoricahibrid tulajdonságai, a betakarításkori érettség és nedvességtartalom, valamint az aprítás módja egyaránt befolyásolja.

A szemes termények feldolgozásának és nedves tartósításának enterális CH_4 -kibocsátással összefüggő hatásait írásunk folytatásában tekintjük át, amely Partnertájékoztató Hírlevelünk következő számában lesz olvasható.

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

