



FUNDAMENTUMOK III.

A TAKARMÁNYOK ERJESZTHETŐSÉGÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

Dr. Orosz Szilvia
Állattenyésztési
Teljesítményvizsgáló Kft.

Ez a cikksorozat egyaránt szól az egyetemi hallgatóknak, a fiatal pályakezdő szakembereknek és a senior gyakorló kollégáknak. Az alapokat írjuk le, de megfűszerezzük a gyakorlat ízével és hozzáadjuk az újdonságok sóját is.

A takarmányok erjedőképességét számos tényező befolyásolja. Az alábbi tényezők a legfontosabbak:

- Szénhidrát-tartalom és nyersfehérje-tartalom
- Pufferkapacitás, cukor/pufferkapacitás hányados
- Szárazanyag-tartalom
- Szecska- és szeletméret
- Töltési idő, tömörítési vastagság, tömörség
- Hőmérséklet



A takarmány szénhidrát- és fehérjetartalma

A szénhidrátok, ezen belül is az erjeszthető szénhidrátok (cukorszerű szénhidrátok) mennyisége határozza meg a takarmányok természetes erjedőképességét. A zöldtakarmányok erjeszthető szénhidráttartalma különböző. A fehérjetartalom azonban rontja a növény erjeszthetőségét, mivel a fehérjék bontásakor keletkező NH_3 hatására a pH-csökkenés üteme mérséklődik. Ezen tulajdonságok alapján a növényeket három csoportba soroljuk:

1. Könnyen erjeszthető takarmányok: a fehérjében szegény, erjeszthető szénhidrátokban gazdag takarmányokban nagy mennyiségű tejsav keletkezik, ilyen a silókukorica, a silócirok (280–300 g erjeszthető szénhidrát/kg szá., cukor/pufferkapacitás > 2,5; cukor/nyersfehérje > 1). Fonnyasztás és silózási segédanyag nélkül is stabil szilázs készíthető belőlük.



2. Közepesen erjeszthető takarmányok: a közepes fehérje- és szénhidráttartalmú legelőfűveink közepesen erjeszthetők. Ide tartoztak régebben a szilázsfüvek: csomós ebír, magyar rozsnok, zöld pántlikafű (150–160 g erjeszthető szénhidrát/kg sza.). A réti komócsin nem szilázsfü, mert keskeny a levele, de 200 g/kg erjeszthető szénhidrát-tartalma van (NEI: 6,5 MJ/kg sza.). Az őszi vetésű, korai betakarítású rozs, tritikálé, búza, árpa, valamint az olaszperje, a Festulolium besorolása nehézkes, mert jelentős koncentrációban tartalmazhatnak fehérjét, míg cukrokban különösen gazdagok. Az azonban egyértelmű, hogy fiatalon betakarítva, jó minőségű silózott takarmány csak két menetben készíthető belőlük (fonnyasztott szilázs és szenázs formájában). Silózási segédanyag hozzáadása is szükséges lehet a szárazanyag-tartalom függvényében. A körülményektől függően 30–45% szárazanyag-tartalomig javasolt a fonnyasztásuk és silózási segédanyag hozzáadása is szükséges lehet.

3. Nehezen erjeszthető takarmányok: A fehérjében gazdag takarmányok rendszerint kevés erjeszthető szénhidrátot tartalmaznak (60–70 g erjeszthető szénhidrát/kg sza.), ezért nehezen savanyíthatók. Ilyen a lucerna és a vöröshere.

A körülményektől függően 35–45% szárazanyag-tartalomig javasolt a fonnyasztása, és silózási segédanyag hozzáadása is szükséges lehet. Könnyen erjedő szénhidrátokkal kiegészítve (szénhidrátbontó enzimek bontása által, feltárt gabonadarával vagy hígított melasszal keverve), különböző szerves savakkal (hangyasav, propionsav), illetve biológiai tartósítószerrel kezelve, fonnyasztás után silózhathatjuk sikerrel. A gyakorlatban a biológiai oltóanyagok (starterkultúrák) terjedtek el, mert hatékonyak, nincs étvágyrontó hatásuk és alkalmazásuk egyszerű.



A takarmányok pufferkapacitása

A jó minőségű (egymenetes betakarítású) szilázs pH-ja 3,8–4,3. Jó minőségű fonnyasztott szilázsok és szenázsok esetében a 4,5–5,0 pH tekinthető ideálisnak a szárazanyag-tartalom függvényében. A szárazanyag-tartalom növekedésével ugyanis a stabil szilázs/szenázs eléréséhez szükséges kritikus pH-érték emelkedik, tehát kevésbé savas kémhatás is elégséges a káros erjedési folyamatok és a romlás kizárásához. Ennek az az oka, hogy a szárazanyag-tartalom emelkedésével változik az ozmózis nyomás, amire a vajsavtermelő mikrobák érzékenyek, a tejsavtermelők azonban jól tűrik (ún. ozmotoleránsak). Ez egy természetes szelektív mikrobagátlás, amit érdemes kihasználni. Részben ezért fonnyasztjuk a közepesen és a nehezen erjeszthető tömegtakarmányokat.

A szilázsban a pH-csökkenés mértékét mérséklő tényezők az alábbiak lehetnek:

- elsősorban a fehérjék bomlásából származó lúgos kémhatású NH_3 ,
- hamulúgosság (egyes ásványi anyagok – Ca, Mg, K, Na), valamint
- a gyenge szerves savak.

A pH-érték csökkenését lassító anyagok együttes mennyiségét a **pufferkapacitással** jellemezzük. **Pufferkapacitás alatt azt a g-ban kifejezett tejsavmennyiséget értjük, amely a silózendő takarmány 1 kg-nyi szárazanyagának pH-ját 4,0-ra csökkenti.** A könnyen erjeszthető silókukorica pufferkapacitása: 38 g tejsav/kg sza., míg a nehezen erjeszthető lucernáé 74 g tejsav/kg sza.



1. táblázat: A különböző tömegtakarmányok erjeszthető szénhidráttartalma, pufferkapacitása és cukor/pufferkapacitás hányadosa

Takarmánynövény	Erjeszthető szénhidrát	Pufferkapacitás	C/PK
	g/kg szá.	g tejsav/kg szá.	
Silókukorica	290-300	38-40	5-8
Cirok	330-350	30-35	8-11
Gyep (vegyes fű)	150-160	40-45	2-4
Lucerna	60-70	70-75	0,6-0,9
Vöröshere	110-120	68-70	1,2-1,5

A takarmány szárazanyag-tartalma

A silózandó takarmány szárazanyag-tartalma nem csak a tömöríthetőséget befolyásolja, hanem hatással van a baktériumok szaporodására is. A 15%-nál kisebb víztartalmú takarmányban a baktériumok nem tudnak szaporodni, a 70%-nál nagyobb víztartalom pedig kedvez az ecetsavtermelő fajok elszaporodásának, ezért az ilyen takarmányokból készült szilázs kevésbé ízletes. Emellett nagy nedvességtartalom esetében (>70%) a tömörítés hatására csurgaléklé keletkezik, mellyel sok értékes táplálóanyag megy veszendőbe.

Az erjesztés szempontjából optimális szárazanyag-tartalom azonban lényegesen szűkebb tartományba esik. A takarmány szárazanyag-tartalmának 35%-ig való növelése javítja a tejsav-ecetsav arányt, és csökkenti a vajsav, valamint az ecetsav termelődését. A 40% feletti szárazanyag-tartalmú takarmányok silózásakor azonban a tömörítés nehézségei már jelentkeznek, és karamellizálódás következhet be (vöröses barna elszíneződés jelzi).

A tömörítés és az erjedés szempontjából is kedvező szárazanyag-tartalom (silózási adalékanyag használata nélkül):

- Lucerna esetében 37-39%, de már 35%-tól kedvezőnek ítéltethető.
- Silókukorica esetében pedig 35-40%, de ha

a keményítő emészthetőségét is figyelembe vesszük, akkor 32-35% a javasolt. A két tartomány metszéspontja: 35%.

- Fűvek esetében 33-36%, átlagosan 35%.

Korai betakarítású gabonafélék esetében törekedjünk a 30% megközelítésére (amennyiben nem használunk kémiai adalékanyagot). Savkeverék vagy Na-nitrites só alkalmazásakor a 20-30% szá.-tartomány is biztonsággal erjed (csurgaléklé képződésére azonban számítani kell).

A silózás technológiájától függően (például bálaszénázás készítésekor), megfelelő időjárási körülmények között, adalékanyag használata nélkül, pillangósokból 40-45% szárazanyag-tartalommal készíthető jó minőségű, stabil szenázs. Abban az esetben ha a lucerna silózásakor, enzimeket és tejsavtermelő baktériumokat tartalmazó adalékanyagokat alkalmazunk, ezen szárazanyag-értékek – azaz a fonnasztás időtartama – csökkenthető.

Amennyiben kora tavaszi betakarításkor vagy zord időjárási körülmények miatt az alacsony szá.-tartalom (20-25%) magas hamutartalommal társul (>12% szá.), akkor mindenképpen kémiai adalékanyag használata javasolt a vajsavas és/vagy ecetes erjedés elkerülése érdekében.

A szecskaméret és a szálhosszúság

Az apró, egyenletes **szecskaméret** javítja a tömöríthetőséget, a mikrobák táplálóanyagokhoz való hozzáférését, csökkenti az erjedési veszteségeket. A kisebb szecskahosszúság az erjedés szempontjából kedvező, a szilázs struktúrális hatékonyságát azonban rontja.

- Korábban **silókukorica-szilázs** esetében a 2-3 cm-es szecskaméretet tekintettük ideálisnak a

bendőműködés szempontjából. Napjainkban a korszerű silókukorica-betakarító gépek (szemroppantó hengerrel felszerelt szecskázók) elterjedésével és a nagy termelésű tehén szempontjából az elméleti szecskahosszúság (TCL) **1-2 cm** között változik.

- **Lucerna és fű** esetében a **45%-nál nagyobb szárazanyag-tartalmú**, illetve **virágzás végén**



betakarított (elkészett betakarítású) takarmányt mindenképpen apróra, **1-2 cm**-re kell szecskázni, amennyiben a tárolás vízszintes rendszerű, **falközi silóban** történik.

- A megfelelő időben, bimbózás vagy a bugahányás kezdetén levágott, **30-40% szárazanyag-tartalomig** fonnyasztott fű és pillangós kicsiny rosttartalma miatt könnyen tömöríthető, ezért lehetne 3-4 cm-esre is aprítani. De napjainkban a korszerű tejelő tehén takarmányadagjába az **1-2 cm** hosszal szecskázott lucerna- és fűszilázs illeszthető be jól.
- Egyedileg vagy csoportosan csomagolt, lucernából, illetve fűből készült **bálaszenázs** esetében az alkalmazott technológia lehetővé teszi, hogy a takarmány eredeti szálhosszúsággal és szeletelve is megfelelően erjedjen. A bálázógépbe beépíthető szeletelő berendezés segítségével a **hagyományos szálhosszúság mellett, 5, 7, 15 cm-es szálhosszúság** is kialakítható, ami jelentősen növeli a tömörséget és így javítja az erjedés minőségét.

Figyelmet kell fordítani a szecska méreteloszlásának homogenitására a szilázsban és a szenázsban a tehén szempontjából. Törekedjünk arra, hogy minél egyenletesebb legyen a szecskaeloszlás, hogy az

állat ne tudjon válogatni. **Ideális méreteloszlás a tejelő szarvasmarha takarmánykeverékében (TMR-ben): az 1-2 cm-es frakció legyen 50-60% (Miner Institute, 2018). Ide tartozik a silómaróval lemart kukoricaszilázs, lucerna-, fű-, gabonaszilázs és -szenázs. A lucerna- és a rétiszéna ne legyen hosszabb, mint 2-5 cm.** Amennyiben az állatnak lehetősége van a válogatásra, úgy jelentős lehet az egyedi eltérés a csoporton belül, illetve a bendő kémhatásának ingadozása az etetések között. Nagy termelésű és jelentős abrakhányadot fogyasztó csoportokban az ilyen irányú válogatás bendőacidózishoz vezethet.



A takarmány tömörítése

A tejsavbaktériumok oxigénmentes (anaerob) környezetet igényelnek, melyet megfelelő **tömörítéssel** tudunk biztosítani. Tömörítés nélkül a keletkező széndioxid – amely nehezebb, mint az oxigéngáz – csak hosszú idő után tudná kiszorítani az oxigént a takarmányból, és ezért nagy táplálóanyag-vesztés következne be. Továbbá a sejtlégzés hosszabb ideig tartana, ami a szilázs felmelegedéséhez vezetne. Ideális esetben, a silódepóban a maghőmérséklet nem haladja meg a 30 °C-ot.

A túlzott melegedés és karamellizáció elkerülése érdekében nagyon fontos a takarmány mielőbbi (átlagosan 3-5 nap alatt történő) alapos tömörítése a silótérben, és a silótér lezárása. Azt javasoljuk, hogy naponta legalább 1 méteres réteg kerüljön taposásra, amennyiben hagyományos a taposás technikája. Amennyiben haladó ék technikával taposunk, úgy a 10-15 méter napi előrehaladás lenne reális. Ebben az esetben hamarabb kialakulnak az anaerob viszonyok, mert kisebb felület érintkezik a levegővel, mint az előző

technikánál. Az ajánlott tömörség napjainkban 240 kg szá./m³, ami 30%-os szárazanyag-tartalom mellett 800 kg szilázst jelent köbméterenként.



A tömörség fordítottan arányos a szárazanyag- és a rosttartalommal, valamint a szecska mérettel. Minél nagyobb a szárazanyag- és a nyersrosttartalom, valamint minél hosszabb a szecska – a rugalmas alakváltozás miatt – annál



nehezebben tömöríthető a takarmány. Nagyobb szárazanyag-, és nyersrosttartalom mellett kisebb szecskamérettel érhetünk el jobb eredményt. **A te-jelő tehén takarmányadagja azonban szigorúbb korlátokat szab, így elmondható, hogy 1-2 cm szecskahosszúságúnak kellene lennie minden szilázsnak és szenázsnak (silómarást követően is).**

Az oxigén kizárásának mértéke a szilázs térfogattömörségétől függ, amit tömörítéskor, silózáskor alakítunk ki. A szilázs tömörsége, amit a térfogatsúly értéke mutat, közvetlenül meghatározza az erjedés és a kitárolás alatti szárazanyag-veszteségeket.

A térfogatsúlyt meghatározó tényezők:

- az 1 tonnára jutó tömörítési idő (általában 1-3 perc tonnánként, 8-9 perc/1 tonna sza.),
- a zúzalék szecskamérete: (TCL 1-2 cm, frakció 0,8-1,9 cm 50-60%),
- a zúzalék szárazanyag-tartalma: 30-40% ideális esetben,
- a zúzalék rosttartalma (silókukorica zúzalék NDF 40% sza., lucerna zúzalék NDF 35-40% sza., fű- és gabona zúzalék NDF 45-50% sza.),
- az egy rétegben felhordott anyag vastagsága (optimális: 15-30 cm),
- a szecskázott alapanyag beszállításának gyorsasága (ajárvaszecskázó átlagos kapacitása 1000-1500 tonna/nap, ami meghaladja a taposás kapacitását),
- a taposójárművek sebessége (8-10 km/h),
- a taposás fajlagos hatékonysága (kg/cm²),
- tömörítőhenger (Bivaly) használata: 14-szer jobb a fajlagos hatékonysága, mint egy 10 tonnás traktornak,
- a duplakerék azonban megnöveli a felületet és csökkenti a fajlagos taposási hatékonyságot.

Abban az esetben elfogadható, ha a feltoló lapát vagy a tömörítőhenger (Bivaly) szélesebb, mint a szimplakerék,

- a silózáskor rendelkezésre álló gépek tömörítési kapacitása (a tömörítő traktor száma és súlya: betonblokk, a kerekek feltöltése, 1-2 tonnás feltoló lapátok),
- leállások száma és időtartama. Éjszaka nem kell taposni, csak ha folyamatosan érkezik be friss anyag. Az utolsó szecska érkezésétől számítva 1-4 óra feltolás és taposás az ideális.

Az alábbi honlapon rendelkezésre áll egy magyar nyelvű xls-táblázat, mely segítségével kiszámolhatjuk a rendelkezésre álló géppark, a várható szárazanyag-tartalom, behordási sebesség és rétegvastagság függvényében a tömörséget. Ezen kalkulátorral akár előre is lehet tervezni a betakarítás és a taposás ütemét, valamint eszközeit.

<https://fyi.extension.wisc.edu/forage/harvest/#sstorage>

Silage and Grain Storage Type, Sizing, and Management

Bunker Silo Density Calculator

(in English, Espanol, Russian, Welsh and Hungarian) (2020)



A hőmérséklet

A tejsavbaktériumok a környezet **hőmérséklet-változására** érzékenyek. Egyik csoportjuk 15-35 °C-on (hidegerjesztők), másik csoportjuk 40-50 °C-on (melegerjesztők) szaporodik leggyorsabban.

A 40-50 °C-os hőmérséklet hatására azonban a táplálóanyagok egy része elvész, mert a szénhidrátokból hő, víz, CO₂ keletkezik, a fehérjék egy része denaturálódik (karamellizálódik), emészthetőségük csökken. A *melegerjesztés táplálóanyag-vesztesége*

ezért 35-40%, szemben a hidegerjesztéssel, ahol csupán 15%. A tömörítés közvetlenül befolyásolja a hőmérséklet változását a szilázsban: nem elégséges tömörítés hatására (<200 kg sza./m³) levegős marad a takarmány, a sejtek légzése később áll le, tovább tart az önmelegedés szakasza, következésképpen a hőmérséklet emelkedik a szilázsban. A tömörítés akkor megfelelő, ha az előző napokban besilózott takarmány maghőmérséklete **nem emelkedik 30 °C fölé**. A fel-
színen ez átlagosan 35-40 °C.

