

Erjesztett tömegtakarmányok minősége és költségcsökkentése

Az erjesztett tömegtakarmányok a tejelő szarvasmarhák napi takarmányadagjának 50-60 százalékát teszik ki, vagyis a minőségük, koncentrátságuk és végül, de nem utolsó sorban érzékszervi karakterisztikájuk, ízletességük alapvetően meghatározza a következő év tejtermelését. Az utóbbi időszakban robbanásszerűen emelkedett a takarmánykiegészítők (fehérjehordozók, gabona) ára, ami arra sarkallja a szarvasmarhával foglalkozó cégeket, hogy az eddig évről évre standard módon előállított nagy mennyiségű tömegtakarmányaik minél több energiát és tápanyagot őrizzenek meg aerobstabilan, romlásmentesen, etethető formában, hogy minél jobbá tegyék az emészthetőségüket, valamint hogy a kiváló szilázsokkal-szenázsokkal a szárazanyag-bevitelt is növelni tudják.

Mindezek érdekében idén – sőt, már 2020-ban is – egyre több kolléga arra fókuszál, hogy lehetőségeinek megfelelően minél feszítettebbé tegye és minél jobban optimalizálja a silózási technológiáját. Az időjárást nemigen tudjuk befolyásolni, ennek ellenére agrotechnikai és silózási műveletekkel minimalizálhatjuk az abiotikus környezeti kockázatokat.

ÉVEZREDES TECHNOLÓGIA MODERNIZÁLÁSA

A fermentáció, az erjedés komplex, soktényezős biokémiai folyamat, mégis évezredek óta alkalmazza az emberiség mint takarmány- és élelmiszer-tartósítási módszert. A tömegtakarmányok esetében évtizedek óta bevált, nagy hatékonysággal alkalmazott biológiai tartósítási módszer a tejsavbaktériumok

(LAB) által katalizált tejsavas erjedés. Ezek a baktériumok vízoldható szénhidrátokból (pl. cukrok) savas kémhatású tejsavat állítanak elő, ami adott koncentrációban felhalmozódva stabilra csökkenti a pH-értéket a silódepóban, ami gátolja az erjedés szempontjából káros mikroorganizmusok (élesztők, penészek, rohasztó baktériumok, *Clostridium*ok stb.) elszaporodását. Funkciójukat tekintve a tartósításon kívül energiaátalakítók és -megőrzők is, mivel a tejsav és egyéb illózsírsavak (ecetsav, propionsav stb.) a kérődzők bendőjébe kerülve energiaszolgáltató vegyületeként hasznosulnak.

Csakhogy ugyanúgy, ahogy maga az élet, a fermentáció sem egyszerű folyamat. Számos szempontot figyelembe kell venni, ha az a célunk, hogy a tejsavas erjedés a lehető leggyorsabban és leghatékonyabban menjen végbe. A silózáskor betermelt szecska

felületén található természetes mikróflóra összetétele és egyedszáma igen hektikus lehet. Ezért egyáltalán nem mindegy, hogy a tejsavtermelő baktériumoknak, azok közül is a kívánatos savtermelő tejsavbaktériumoknak mennyi konkurens mikroorganizmussal kell versengenie a szubsztrátért, az értékes tápanyagokért.

Optimális körülmények között a tejsavas erjedés akár önmagától is végbemehet a depóban, szilázs- vagy szenázstartósító szer használata nélkül is. Azonban meg kell jegyeznünk, hogy ekkor még ideális esetben is vontatottabb, nagyobb felmelegedéssel, energiavesztéssel zajlik a fermentáció, és több kockázattal jár. Ráadásul nemcsak az energiavesztés jelentős, hanem a tápanyagvesztés is komoly – ami a jelenkor csúcstermelése mellett gazdaságilag elfogadhatatlan!

Az erjedés megfelelő mederben tartása érdekében tehát eltérő összetételű és csíraszámú, homo- és heterofermentatív baktériumokat (és adott esetben enzimet) tartalmazó szilázsoltó anyagokkal kezeljük tömegtakarmányainkat, hogy a tejsavtermelő baktériumok hatékonyabban nyomják el az epifita flóra nemkívánatos mikrobáit. Az alapanyag betárolásának befejeztével, amikor a rendszer telítődik szén-dioxiddal, az anaerob LAB-k a tulajdonságaiknak megfelelően gyorsabban vagy lassabban, de elkezdnek tejsavat képezni. Az egyik kulcs-tényező az idő! Ugyanis amíg a tejsavbaktériumok nem tudják elkezdni a savanyítást, addig egyrészt rövid ideig még folytatódik a növényi sejtlégzés, másrészt pedig, és ez a fő probléma, a káros mikroorganizmusok felszaporodnak, aktivitásuk veszteséget okoz, sőt adott esetben az állatok számára



Frissen kaszált lucerna renden



Kukoricasilázs-betakarítás

káros metabolitokat (pl. biogén aminokat) termelnek. Ez, értelemszerűen, a takarmány energia- és tápanyag-tartalmának a csökkenésével, valamint a megmaradó tápanyagok emészthetőségének romlásával jár.

GYORSASÁG, HŐMÉRSÉKLET ÉS PH-ÉRTÉK

Ákárcsak az emlősök emésztése, ugyanúgy a mikroorganizmusoké is a legkönnyebben hozzáférhető és legkönnyebben emészthető anyagokat hasznosítja először. Esetünkben ezek a takarmány legértékesebb részei: cukrok, keményítő, fehérje stb.

Veszteség a legnagyobb erőfeszítés ellenére is előfordul, azonban nem mindegy, mekkora a mértéke! Helyes silózási technológiával, gyorsan indító és hatékonyan savanyító szilázsoló anyaggal minimalizálhatjuk a veszteségeket. Már léteznek olyan homofermentatív tejsavbaktériumokat tartalmazó starterek, amelyek képesek 1-2 nap alatt a kritikus pH alá savanyítani a takarmányt, ezáltal gyakorlatilag blokkolva a káros baktériumflóra tevékenységét. Ilyenek például egyes *Pediacoccus* törzsek, amelyek már 6,5-7-es pH-értékű friss alapanyagban megkezdik a tejsavtermelést, ezáltal szinte egyáltalán nem adva lehetőséget a konkurens káros mikroorganizmusok tevékenységének.

A gyors erjedés egyik indikátora a maximum 10-12 °C-os hőmérséklet-növekedés, az úgynevezett hideg erjesztés. Ilyenkor a depóban az alapanyag (a friss szecska) csak minimálisan melegszik a kiindulási hőmérsékletéhez képest. Az az optimális, ha nem lépi túl a 40-45 °C-ot.

Amennyiben az erjedés vontatott, vagy ha nem megfelelő mikroflóra végzi az erjesztést, akkor nagyobb energiavesztéssel

járó melegejredés zajlik a depóban (akár 20-25 °C-os), és 50 °C fölé emelkedik a hőmérséklete, akkor az értékes fehérjék és az energiát szolgáltató keményítő emészthetősége egyaránt romlik, továbbá értékes vitaminok bomlanak, például az E-vitamin.

A fehérjék esetében egyrészt denaturáció lép fel, másrészt a proteolitikus baktériumok által „felszabadított” aminosavak és peptidok a karamellizációt okozó Maillard-reakció keretében reagálnak a redukáló cukrokkal, emészthetetlen vegyületeket képezve.

Ha felületi romlás nem is jelentkezik a későbbiekben – bár ilyen esetekben az is gyakori –, a nagymértékű nem látható veszteségek (energia- és tápanyagvesztés, valamint a szerves anyagok emészthetőségének csökkenése) garantálhatók.

Ehhez a problémakörhöz kapcsolódik még egy, a homofermentatív LAB-k tulajdonságát érintő kérdés, mégpedig az, hogy mennyire ozmo- és termostabilak. Vannak olyan baktériumok – például a *L. plantarum* –, amelyek 40-45 °C felett már egyáltalán nem vagy csak nagyon kevéssé aktívak. Ebből adódóan gondolhatnánk, hogy hidegerjesztéskor ezek a törzsek is sikerrel alkalmazhatók. Azonban nyári szilázsoláskor nem ritka, hogy 40 °C fölött alakul a hőmérséklet, márpedig nagyobb szárazanyag-tartalom és tűző nap esetén akár a szecska hőmérséklete is felmelegedhet idáig. Ebből arra lehet következtetni, hogy még optimálisan irányított erjedési folyamatok mellett is 50 °C fölé emelkedik a depó hőmérséklete az erjedés során. Ezen túlmenően megjegyzendő, hogy a *L. plantarum* törzsek 5-5,5 pH-tól kezdenek el dolgozni. Tehát valójában nem starter-

baktériumok, így még hidegebb időben is fáziskéséssel kezdik a savanyítást.

MEGFELEZHETŐ A TERMÉSZETES VESZTESÉG

A piacon elérhető baktériumtörzsek legtöbbször alapvetően megvan a maga optimális alkalmazási köre (könnyen, közepesen és nehezen silózható alapanyagok). Érdemes



Kukoricasilázs

ezzel tisztában lenni, különben könnyen elkövethetjük azt a hibát, hogy olyan oltóanyagot választunk például lucernára (ami a legnehezebben silózható alapanyag), amely a feladatra egyáltalán nem alkalmas. Ezért nagyon fontos az adott starter összetétele – és a gyártástechnológiája is!

Angol anyanyelvű kollégáink „front-end fermentation”-nek nevezik a siló savanyításos erjedését és a kitárolási lépés mikrobiológiai folyamatait. Megfelelő összetételű starterekkel mind a savanyítás, mind a tárolás során zajló másodlagos fermentáció, mind a kitárolás mikrobiológiai folyamatai is irányíthatóvá válnak, kézben tarthatóak. Ezzel az összesített veszteséget akár 6-8 százalégra csökkenthetjük!

A silózás modern technológiája tehát nem ér véget a tejsavas erjesztéssel! A tárolás során és a siló megnyitásakor is zajlanak mikrobiális folyamatok, amiket kordában kell tartanunk annak érdekében, hogy ne keletkezzen további veszteség.

Erre a célra már több mint 20 éve alkalmaznak a szilázsolóanyag-gyártók olyan heterofermentatív tejsav- vagy propionsav-baktériumtörzseket, amelyek anyagcsere-folyamataik során a tejsav mellett ecetsavat, propionsavat stb. is termelnek. Ezek a vegyületek képesek hatékonyan meggátolni vagy akár elpusztítani is a silódepóba óhatatlanul bekerülő penész- és élesztősejteket.

- Amennyiben ilyen gátló vegyületek csak minimális mennyiségben fordulnak elő a szilázsban vagy a szenázsban, úgy az élesztők már tárolás során, alacsony pH és hőmérséklet mellett, anaerob környezetben is képesek az értékes maradék cukrok felhasználására és alkohol termelésére.

IDŐZÍTETT BOMBÁVÁ VÁLHAT A KITÁROLÁS

A depóba a kitároláskor bejutó oxigén „időzített bombát” aktivál: a porózus szilázsba vagy szenázsba akár 1-1,5 méter mélységig behatoló levegő hatására az élesztők a tejsavat is elkezdik felhasználni. Ettől csökken a takarmány energiatartalma és emelkedik a rendszer pH-ja. A penészek szaporodása és telepképzése is beindul. Amennyiben a pH-növekedés eléri, majd átlépi az alapanyag szárazanyag-tartalmához tartozó kritikus értéket, akkor egyéb káros baktériumok, például a klosztridiumok is szaporodásnak indulnak. „Jó esetben” csak anyagcsereter-



Fűszilázs betakarítása

mékeik jelennek meg (vajsav, aceton, ammónia stb.), rossz esetben patogén törzsek keserítik meg az állatok életét (pl. *Clostridium perfringens*). Ennek következményei a bélvérzéses tünetektől a vérmérgezés okozta hirtelen elhullásig vezethetnek.

Ne felejtjük el, hogy a talajbaktériumok legfeljebb 30 perces generációidővel szaporodnak. Tehát a csíraszámuk egy-két nap alatt könnyedén eléri a sok millió/gramm szecskaszámot.

A leírt másodlagos romlási folyamatok beindulása és sebessége függ a gombagátló ecetsav, propionsav, mono-propilén-glikol és egyéb kis mennyiségben előforduló gombagátló metabolitok koncentrációjától, a fertőzöttség mértékétől (amit pedig az alapanyag és az elsődleges tejsavas erjedés gyorsasága

határoz meg), a depó tömörségétől (a levegő milyen mélyen tudja penetrálni a silófalat), a kitermelés módjától (a felület nagyságától) és az alapanyag tulajdonságaitól. Ezt aerob stabilitásnak nevezzük. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a levegőnek való kitettség kezdetétől hány óráig vagy napig képes melegedés- és romlásmentes maradni a szilázs vagy szenázs. Tudományos megfogalmazással: az az órákban kifejezett időtartam, ami alatt az átlegezőt anyag maghőmérséklete 2 °C-kal meghaladja környezeti hőmérsékletet 20 °C-os környezeti hőmérséklet mellett.

Amennyiben a silóstarter nem tartalmaz heterofermentatív baktériumokat, ez az érték alig 24-48 óra is lehet – új generációs törzsek (*L. hilgardii* CNCM I-4785 x *L. buchneri* NCIMB 40788) alkalmazásával viszont ez az érték akár több mint 2 hétre feltornázható!

A gyors tejsavas erjedés és az aerob stabilizálás mellett egyre fontosabbá válnak egyéb hozzáadott értékek. Az erjedésnek is van vesztesége, de – értelemszerűen – nem mindegy, hogy mekkora. Üzemi körülmények között átlagosan 12-15 százalékkal szokás számolni. Korszerű szilázsolt anyagokkal (Lallemand MAGNIVA) viszont akár 6-8 százalékra lehet csökkenteni.

Az aerob instabilitás okozta melegedési veszteség minden 5 °C-os hőmérsékletnövekedés esetén napi 1 százalékos szárazanyag-veszteséget jelent. Tehát 10-15 °C-os hőmérséklet-emelkedés már 5 nap alatt akár 10-15 százalékos további veszteséget okozhat.

Fontos továbbá, hogy az ecetsav és propionsav mellett milyen egyéb anyagokat termelnek a starterben lévő baktériumok. Az *L. hilgardii* x *L. buchneri* például 0,5-1,5 szárazanyag-százaléknyi mono-propilén-glikolt termel, ami a bendőből közvetlenül felszívódó energiaforrás. Az ellés körüli időszakban, amikor kevesebbet esznek az állatok, tehát koncentráltabb takarmányra van szükségük, különösen nagy segítség a tehének számára.

A LÁTSZAT NEM MINDEN

Az új generációs baktériumok további élesztő- és penészlő vegyületeket is termelnek. Mindezeket túl ferulasav-észteráz-enzimaktivitást is kifejtnek, ami a ligninhez kötött egyéb poliszacharidok felszabadítása mellett – jobb emészthetőség –, aromaanyagokat is felszabadít, kellemesen fűszeres, herbás,



Betakarítás előtt álló kukorica

pipadohányszerű illatkarakterisztikát kölcsönözve a szilázsoknak és szenázsoknak – amit a tehének jobb étvágyal honorálnak.

Végül pedig vannak olyan alapanyagok, amelyeknek alacsony az erjeszhető cukortartalma (lucerna és késői fenofázisban kaszált fűfélék), ráadásul nagy a pufferkapacitásuk: több tejsav kell a savanyításukhoz magas fehérje- és ásványianyag-tartalmuk miatt. Egyik-másik gyártó – például a Lallemand – ezt úgy oldja meg, hogy rostbontó enzimeket is tesz némely szilázsolt anyagba, hogy általuk növeljék az erjeszhető cukortartalmat. Ezeknek a rostbontó enzimeknek az emészthetőség további javítása a „mellékhatása”. A starterek enzimentartalma ritka és költséges kiegészítés.

Összességében elmondható, hogy jó minőségű, aerobstabil és koncentrált erjesztett tömegtakarmányokkal ki lehet váltani a költséges takarmánykiegészítőket és az abrak egy részét. A lényeg, hogy a betakarítástól a betároláson, a tároláson és a kitároláson át egészen addig, amíg a tehén bendőjébe nem kerül a tömegtakarmány, ügyelnünk kell a stabilitására és a minőségére. Lehet, hogy a frissen vett, azonnal vákuumzárt és lehűtött tömegtakarmány-minták laboranalitikája szerint benne van egy szilázsban-szenázsban a tőle elvárt tápanyagmennyiség, de az aerob romlás miatt a teheneink valójában nem az analitika alapján készített receptúra szerint jutnak energiához és különböző tápanyagokhoz. Emiatt könnyen alultakarmányozhatjuk teheneinket – sajnos vannak rá példák...

Vas Ádám
Dr. Kovács Tamás
Kokoferm Kft.