



## **Az erjesztett tömegtakarmányok minőségének kritikus pontjai: a termelés-csökkentő- és az állategészségi problémát okozó tényezők kockázatának csökkentése**

**Orosz Sz., Nagy Z.**

Szent István Egyetem, Takarmányozástani Tanszék, 2100 Gödöllő, Péter Károly u. 1.  
FitoLab Kft, 1125 Budapest, Istenhegyi út 29.

### **ÖSSZEFOGLALÁS**

*A tejelő állomány kielégítő egészségi állapotának megőrzéséhez és a termés növeléséhez nem csak jelentős táplálóanyag-tartalmú és jó emészthetőségű, de megfelelő higiéniájú, jól erjedt és a bontást követően stabil szilázs szükséges. A szilázsokban napjainkban nagy gyakorisággal előforduló szaprofita és patogén Clostridiumok mellett a fonalas penészgombák megtelepedése és az általuk termelt másodlagos anyagcsere-termékek (mikotoxinok) okozta terheltség állategészségi problémákhoz és a termés romlásához vezet. A jól erjedt, kórokozókat nem tartalmazó szilázsok esetében a silóbontást követő folyamatok további veszélyforrást jelentenek, mivel az aerob, romlást okozó mikroorganizmusok által a silófalban termelt anyagcsere-termékek szintén kockázati tényezők az állomány egészségi állapota szempontjából (elsősorban a penész- és élesztőgombák, valamint az ecetsavtermelő baktériumok tartoznak ebbe a csoportba). A szemlecek célja ezen káros mikroorganizmusok és az általuk termelt anyagcsere-termékek hatásának összefoglalása, valamint a káros folyamatok megelőzését szolgáló egyes agrotechnika elemek, továbbá a betakarítási, silózási és silóbontási technológia kritikus pontjainak leírása.*

(Kulcsszavak: szilázs, Clostridium, penészgomba, mikotoxin, aerob stabilitás)

### **ABSTRACT**

#### **Crutial points in silage quality: prevention of poor performance and animal health problem in dairy herds.**

**Sz. Orosz, Z. Nagy**

Szent István University, H-2100 Gödöllő, Péter Károly u. 1.  
FitoLab Kft, H-1125 Budapest, Istenhegyi út 29.

*Farmers require not just high nutrient content and good digestibility in their silages, but appropriate hygienic conditions and aerobically stable fermented forages are demanded for maintaining of their dairy herd favourable health status and increase of performance, as well. The high occurrence of saprogenic and pathogen Clostridia in silages, considerable moulds proliferation and mycotoxin contamination can cause animal health problem and poor performance in dairy herds. Moreover, the silo wall conditions and bad wall management have negative effect on well fermented silage items, as well, since the aerobic microorganisms can proliferate in the wall and produce harmful, undesirable metabolites (moulds, yeasts, eactic acid producing bacteria). Authors summarize the effect of these undesirable microorganisms and metabolites on animal health, describe the preventive field agrotechnique (harvest), crucial points of ensiling methods (silotypes, sealing) and best practice of the wall management*

(Keywords: silage, Clostridium, mould, mycotoxin, aerobic stability)

## BEVEZETÉS

### A szilázsokban előforduló káros mikroorganizmusok

A szilázsok táplálóanyag-tartalmának, bendőbeli lebonthatóságának emészthetőségének, az erjedés minőségének és a szilázs higiéniai állapotának (mikrobiológiai státuszának) minimálisan két célt kell szolgálnia, hogy ne legyen sem termeléscsökkentő sem pedig állategészségi kockázatot jelentő tényező a tejelő állományra nézve. A tömegtakarmányok felületén előforduló mikroorganizmusok összetétele kulcsfontosságú a szilázsok erjedése és bontás utáni stabilitása szempontjából.

### A szilázsok mikroflórája és a mikroflóra összetételét befolyásoló tényezők

Woolford (1984) szerint a növények felületén élő mikroflórát, a fermentáció és az aerob stabilitás szempontjából kétféle mikroorganizmus csoportra oszthatjuk. Az erjedés szempontjából kedvező mikroorganizmusok közé elsősorban a homofermentatív tejsavtermelő baktériumok, a kedvezőtlen csoportba pedig a káros erjedési folyamatokat okozó anaerob törzsek (pl. *Clostridium* és *Enterobacterium* sp.), illetve az aerob romlást előidéző fajok tartoznak (pl. élesztő- és penészgombák, ecetsavtermelő baktériumok, *Bacillus* sp.).

A romlási folyamatokért felelős mikroorganizmusok számos forráson keresztül fertőzhetik a szilázsokat. Jouany (2007) szerint a növények felületén, az ún. epifita flórában található mikroorganizmusok aerob körülmények között, már a szántóföldön gyorsan szaporodásnak indulnak, és tovább szaporodnak a rosszul taposott silóban, vagy a nyitott silófalban. A kukoricánövény felületén már a szántóföldön elszaporodhatnak a penészgombák (többek között *Fusarium* gombafajok) és az élesztőgombák is (*Saccharomyces* fajok stb.). Szaporodásuknak kedvez a párás meleg időjárás. Bizonyos körülmények között a penészgombák már az élő növény felületén megkezdhetik a mikotoxinok termelését, így az alapanyag már mikotoxin-szennyezettén érkezik a telepre (Jouany, 2007). A szilázsból kimutatott mikotoxinok többsége a vegetáció során képződik a betakarítás és a silózás előtt. A legjelentősebb *Fusarium* gombafajokat a növény minden egyes részéből ki lehetett mutatni. A kórokozó a gyökér-, szár-, levél- és csőpenészt is okozhat, terjedhet vektorokkal (pl. fonalférgekkel) is. Az érési stádiumban a legmagasabb a fertőzés kockázata, de a penész leggyakrabban az elhalt szöveteket fertőzi meg. Jouany (2007) szerint a szántóföldi növényeknél megfelelő agrotechnikai eszközökkel csökkenthetjük a káros mikroorganizmusok szaporodását. A védekezés tervezésekor a csapadékellátottságot (a korábbi éveket és az adott évet) kell figyelembe venni. A csapadékos, hűvös időjárás kedvez a káros mikroorganizmusok és a penészgombák szántóföldi fertőzésének, ezért javasolt kerülni a kései betakarítást. Továbbá érdemes figyelni a terület kiválasztásakor a kórokozó számára hasznosítható elővetemény-maradványokat (gabona-, illetve kukoricagyökér- és szármadaradványok) az adott és a szomszédos táblákban. A kultúrnövények termesztésekor kerülni kell a terület elgyomosodását, ezáltal csökkenthető a penészgombák elszaporodása. A túlzott nitrogén műtrágya adagolása szintén fokozza a növények penészesedését. Figyelembe kell venni a növényfajták és hibridek, például a különböző silókukorica-hibridek eltérő érzékenységét is a fertőzésekkel szemben

A *Fusarium*- és élesztőgombák a nem megfelelő tömörségű szilázsokban (kevesebb, mint 150 kg szá/m<sup>3</sup> térfogatsúly), illetve a silóbontást követően a szilázs szénhidrátjait és a tejsavat használják fel saját életfenntartásukhoz, jelentős táplálóanyag-vesztést okozva ezzel. Szaporodásuk másik káros következménye a mikotoxinok megjelenése (penészgombák), a magas alkoholtartalom, elsősorban etanol, emellett az élesztőgombák elszaporodása a fertőzött szilázs felmelegedéséhez is vezet.

A szilázsba elsősorban földszennyeződéssel kerülnek be a szaprofita és kórokozó anaerob *Clostridiumok*, valamint az aerob bacilusok, az *Escherichia coli*, a *Salmonella* fajok és az élesztőgombák egy része. A talaj az élesztőfajok komplett tárháza, ahonnan azok könnyen átvihetők a silózott növényre. A talajban élő mikroorganizmusok közül 2010-ben az anaerob *Clostridiumok* okozták a legnagyobb problémát, melynek oka, hogy a belvízzel borított területeken a talaj levegőtlené vált, így az anaerob baktériumok felszaporodhattak a felső talajrétegben. Ennek következtében még a kismértékű földszennyeződés esetében is jelentős problémát okoztak egyes állományokban (gázgangréna, elhullás). Nagy kiterjedésű, belvízzel borított területeken, kerülni kell az alacsony vágási magasságot (legalább 8 cm), mert az növeli a földszennyeződés mértékét, amely a *Clostridiumok*, az élesztőgombák és penészgombák felszaporodását eredményezheti a fyonnyasztás és a silózás során. A kórokozó anaerob mikroorganizmusok elleni védekezés egyik alapja a földszennyeződés csökkentése a betakarított tömegtakarmányban (Szűcsné és Avasi, 2005): a tarlómagasság növelésével, a gépi rendelkezés megfelelő módon való végrehajtásával Tóth (2001) és a silózás technológiájának szigorításával (a gépjárművek kerekeiken szintén felhordhatják a földszennyeződést a silódombra) csökkenthető a kockázat. A *Clostridiumok*, az élesztők és az aerob bacillusok elsősorban a fyonnyasztás alatt szaporodnak fel a szennyezett alapanyagban. A fyonnyasztás felgyorsítása a másik kulcsa ezen mikroorganizmusok kiszorításának. O'Kiely *et al.* (2002a,b; 2007) szerint szignifikáns különbség van a *Clostridiumok*, az élesztők és az aerob bacillusok számában a 24 órás és a 48 órás fyonnyasztási időtartam között, ezért a szársértők alkalmazásának és az azonnali rendterítésnek nagy jelentősége van a fyonnyasztás időtartamának csökkentésében, azaz a káros mikroorganizmusok visszaszorításában.

Az anaerob fázisban a káros másodlagos erjedési folyamatokért elsősorban (szintén a talajszennyeződéssel bekerült) szaprofita vajsavtermelő-baktériumok tehetők felelőssé, (*Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium butyricum*, *Clostridium sporogenes*). A szaprofita klosztridiumokat a kritikus pH-szint alá történő gyors leszorításával, valamint a vízakaktivitás-viszonyok szabályozásával (fyonnyasztással) lehet az erjesztésből kirekeszteni Schmidt (2003).

### ***Clostridiumok***

A talajban élő mikroorganizmusok között megtalálhatók un. obligát (feltétlen) kórokozó fajok. Ezek az erjedés során nem játszanak jelentős szerepet, de az etetést követően az állat szervezetében elszaporodva megbetegedést okozhatnak. Léteznek olyan fakultatív (feltételesen) patogén (kórokozó) törzsek, melyek jelen vannak a gazdaszervezetben (légutakban, emésztőcsatorna nyálkahártyájában), de csak akkor idéznek elő megbetegedést, ha az állat ellenállóképessége valamilyen okból kifolyólag csökken Varga és mtsai. (2007). A *Clostridium perfringens* D, C és B típusok fakultatív patogén baktériumok a bélcsatornában tömegesen elszaporodva enterotoxinokat termelnek (enterotoxémiát okozva), melyek általában un. necrotikus enteritist (elhalásos bélgyulladás, bélvérzést stb.) eredményeznek.

A *Clostridium haemolyticum* szintén talajban élő kórokozó baktérium, mely a spórából a májban kezd kicsírázni, és vérsajtoldó hatást kifejtve. Következmények: sötétvörös vizelet-vérfestékvizelés, kiterjedt belső vérzések, lázas állapot. A betegség lefolyása gyors, az állatok általában egy-két nap alatt elhullanak. Azokban az országokban, ahol nagyobb gyakorisággal fordul elő, vakcináznak ellene.

A *Clostridium perfringens* a gázgangréna kialakulását is előidézhetheti a földdel szennyezett sebekből kiindulva, ekkor gyakran van jelen a *Clostridium septicum* és a *Clostridium histolyticum* is, amelyek önmagukban kevésbé patogének.

A *Clostridium tetani* baktérium sebekbe jutva halálos kimenetelű merevgörcsöt idézhet elő állatokban és emberben egyaránt. A *Clostridium tetani* spórái a talaj felső rétegében mindenütt megtalálhatók. Takarmánnyal az állatok bélsatornájába kerülve a spórák kicsiráznak, elszaporodnak és a bélsárral ürülnek. A fertőzött állatok bélsarában ezért sok tetanusbacillus mutatható ki, melynek következtében a trágyázott mezőgazdasági területen, a talajban különösen sok spórát lehet találni. A *Clostridium botulinum* okozta botulizmust (izomrenyheség, bénulás) a baktérium által termelt toxin váltja ki (Varga és mtsai., 2007).

A talajban számos szaprofita *Clostridium* faj található, melyek az erjedés során minőségromlást okoznak a szilázsban, és a *Clostridiumok* a tej minőségét is rontják. Ez annak következménye, hogy a baktérium spórái képesek a szarvasmarha emésztőcsatornáján sértetlenül áthaladni, majd a spórák a bélsárral szennyezett tőgyről fejskor a tejbe juthatnak. A savtolleráns *Clostridium tyrobutyricum* a leggyakrabban előforduló faj szarvasmarhánál. Szénhidrátbontó hatásán kívül ezen baktériumok képesek a tejsavat vajsavvá, hidrogénné és széndioxid gázzá bontani. Ez a gázok fejlődésével járó vajsavas erjedés nemcsak a tejsavas erjedés mértékét befolyásolja a szilázsokban, de ugyanez a káros gáztermelés figyelhető meg a sajtgyártás során is, mely a Gauda, Ementáli és Parmezán (kemény) sajtok minőségi romlását okozza.

A szaprofita *Clostridium* fertőzés nagy nedvességtartalmú (kevesebb, mint 30% szárazanyag-tartalom), magas kémhatású (pH 5), valamint jelentős ammónia-tartalmú szilázsokra jellemző. Ezért a szilázs erjedését irányítva, alacsony kémhatás mellett (hasonlóképpen az enterobaktériumokhoz) gátolhatjuk a *Clostridiumok* szaporodását. A *Clostridiumok* a hozzáférhető víz ( $a_w$ ) szintjére is nagyon érzékenyek, a tömegtakarmányok fonnyasztásával szintén korlátozhatjuk a *Clostridiumok* szaporodását a szilázsban. A kórokozó klosztridiumokra ez nem vonatkozik, ezek a szilázsban nem szaporodnak tovább, viszont jelenlétük már kis mennyiségben is káros lehet. A kórokozók esetében az agrotechnikai eszközök megfelelő használatával a szántóföldi megelőzés a kockázat csökkentésének egyik lehetősége.

### **A szilázsok aerob instabilitása okozta kockázati tényezők**

#### **Az aerob romlást befolyásoló tényezők**

Az aerob romlás a silóbontás után következik be az élesztő- és penészgombák, valamint az aerob ecetsavtermelő baktériumok szaporodása következtében a silófalban. Az említett mikroorganizmusok hatására alkoholok, ecetsav és mikotoxinok termelődnek. Az aerob romlás kockázata a kukoricaszilázs esetében jelentős, különösen meleg időben, valamint gyenge tömörítési és kitarolási technológia mellett. Lucernaszilázs és -szénáz esetében a romlás kockázata kisebb. A silófalnak a romlási folyamatok elleni védelme alapvető fontosságú, mivel állatainkkal nem a besilózott és lezárt tételt, hanem a silófalból bontott szilázst etetjük. A silófal védelme már silózásakor elkezdődik (a tömörítés hatékonyságával), az erjedés minőségével és intenzitásával folytatódik, valamint befejeződik a kitermelés módjával és gyakoriságával (silófal-menedzsment)!

A szilázs hőmérsékletének növekedése biztos jele az aerob romlási folyamatoknak. A melegekedést az okozza, hogy az élesztők és a baktériumok bontani kezdik a növényekben található cukrokat és szerves savakat (például a tejsavat). A tejsav és a vízben oldódó szénhidrátok oxidációja ezért hőtermeléssel (50–70 °C) és táplálóanyag-veszteséggel jár együtt. Két hőmérsékleti csúcs figyelhető meg: az elsőt a felbontás után 2–3 nappal az élesztők tevékenysége idézi elő, a másodikat pedig ezután 3–4 nappal, a penészgombák felszaporodása okozza. A szénhidrátokon túl egyéb értékes táplálóanyagok, például a fehérjék mennyisége is csökken a romlási folyamatok során Woolford (1990).

Az erjedést követően a szilázs a cukortartalma befolyásolja az aerob romlást okozó élesztő- és penészgombák, valamint ecetsavtermelő baktériumok felszaporodását. Tehát a nagyobb cukortartalom növeli az aerob romlás kockázatát. A magasabb (30–35 °C) környezeti hőmérséklet fokozza az aerob romlást okozó mezofil mikroorganizmusok szaporodását. A kukorica és a kalászos gabonából készült szilázsok általában jobban ki vannak téve a kitarolás utáni romlási folyamatoknak, mint a fűfélékből vagy pillangósokból készült szilázsok. Az alacsony pH önmagában még nem képes megelőzni az aerob mikroorganizmusok felszaporodását, mivel az élesztők igen alacsony (2,5–3 pH) kémhatás mellett is életképesek. A jól erjedt szilázsok gyakran jobban ki vannak téve a romlási folyamatoknak a felbontás után, mint a rosszul erjedtek. Az erjedés során keletkező káros anyagoknak ugyanis bizonyított az aerob stabilitást javító hatásuk (ecetsav, propionsav, vajsav), melyek a jobb minőségű erjedés során nem, vagy alig termelődnek. A silózás technológiájával, és az egyes silózási adalékanyagok hozzáadásával befolyásolhatjuk az erjedést és a bontás után bekövetkező romlási folyamatok mértékét *Woolford* (1990).

Az aerob stabilitást elsősorban meghatározó tényezők: a tömörség, a cukorszerű szénhidrátok mennyisége, a növény faja és fajtája, a környezeti hőmérséklet, a szárazanyag-tartalom, a kémhatás, az erjedés során keletkező anyagok, az erjedés minősége és az alkalmazott silózási adalékanyag.

#### **Az aerob stabilitás javítása adalékanyagokkal**

*Honig és mtsai.* (1999) megállapították, hogy megfelelő silózási technológiával és adalékanyagok hozzáadásával fokozható a szilázs aerob stabilitása. Az erjedés szabályozható szelektív mikrobagátló anyagokkal is. A takarmányhoz adagolt savak erősen csökkentik a kémhatást, melyen csak a tejsavtermelő baktériumok tudnak működni. A tartósítás folyamán a sav a sejtnedvben disszociálva növeli annak hidrogénion koncentrációját, mely akadályozza az élesztők és penészgombák szaporodását. Az erős fungicid hatású szerves savak (hangyasav, ecetsav, propionsav) hatékonyabbnak bizonyultak a szerves savaknál.

A leggyakrabban használt szerves sav a hangyasav, mely gátolja az enterobaktérium csoportba tartozó mikroorganizmusok szaporodását, de 4 pH-ig nem befolyásolja a tejsavtermelő baktériumok tevékenységét. A hangyasav nagyobb adagban kifejezetten klosztridiumölő hatású. *Filya és mtsai.* (2005a) megállapították, hogy hangyasav-alapú tartósítószeres fokozza az aerob stabilitást, az élesztő- és penészgombák gátlásával javítják az alacsony szárazanyag-tartalmú szilázsok takarmányminőségét, valamint csökkentik a pH-t és CO<sub>2</sub>-termelést. A propionsav gyengébb sav a hangyasavnál, ezért a szilázs pH-ját annál kisebb mértékben csökkenti. Fungicid hatásánál fogva gátolja az élesztő- és penészgombák felszaporodását, így az utóerjedés megelőzésére jól használható nem csak szálastakarmány, de szemes nedveskukorica tartósításánál is.

Különböző hatóanyagú adalékanyagok együttes használatával, keverék készítményekkel hatékonyabban fokozhatjuk a szilázsok aerob stabilitását. *Davies és mtsai.* (2005) számos vizsgálatot végeztek propionsavtermelő baktériumot, heterofermentatív tejsavtermelő baktériumot, valamint homofermentatív baktériumot és sókat (szorbátot, szulfátokat, benzoátot) tartalmazó keverék készítményekkel. Az adalékanyagok eltérő hatást mutattak a fűszilázs aerob stabilitásának javításában. *Filya és mtsai.* (2005b) megállapították, hogy a *Propionibacterium acidipropioni* az élesztőgombák szaporodását gátló tulajdonsága révén segítette az aerob stabilitás kialakulását.

Nemrégiben a heterofermentatív *Lactobacillus bruchneri* tejsavtermelő baktériumról megállapították, hogy javítja a szilázs aerob stabilitását. A *L. bruchneri* egy

heterofermentatív tejsavbaktérium, mely anaerob körülmények között a tejsavat ecetsavvá és 1,2-propándiollá bontja. Önmagában alkalmazva, károsan befolyásolja az erjedést, amely homofermentatív tejsavbaktériumok együttes alkalmazásával ellensúlyozható. *Ruser és Kleinmans* (2005) megállapították, hogy a *L. bruchneri*, (5 l/tonna) propionsav kezeléssel kiegészítve javította a fűszilázs az aerob stabilitását. A kezeletlenhez képest a kezelt fűszilázs ecetsavtartalma jelentősen emelkedett, de nem eredményezett visszaesést a takarmányfelvételben és tejtermelésben. *Bach és mtsai.* (2005) megfigyelték, hogy a *L. bruchneri*-vel oltott szilázs hőmérsékleti csúcspontja, valamint a bontás után a penészgombák száma és aflatoxin-tartalma alacsonyabb volt a kezeletlenhez képest. A kezeletlen és kezelt szilázsok deoxinivalenol- és zearalenon-tartalma nem tért el jelentősen. A *L. bruchneri* termelhet eddig nem ismert, gombaölő tulajdonságú metabolitokat is.

A magas tejsavtartalom nem feltétlenül eredményezi a szilázs aerob stabilitását. *Yimin és mtsai.* (2002) megállapították, hogy a *L. casei* és *L. plantarum* segítette az erjedési folyamatokat az olaszperje alapanyagú szilázsban, de az élesztőgombák felszaporodását és az aerob romlás mértékét nem csökkentették. *L. casei* és *L. plantarum* készítmények akadályozták a Clostridiumok és aerob baktériumok felszaporodását, de a kezelt szilázsban felszaporodott élesztőgombák a tejsav jelenlétét jól, a vajsavét pedig kevésbé tolerálták. Ezek az élesztőgombák az alacsony pH-n is tudtak szaporodni, valamint bontották a tejsavat, de élettevékenységeiket az alacsony vaj- és propionsav jelenléte gátolta. *White és mtsai.* (2002) azonban megállapították, hogy amikor a tejsavbaktérium-kultúrát kombinálták Na-benzoát és K-szorbát adalékkal (500 és 1000 ppm), a keverék alkalmazásával a bontás után a szilázsban kevesebb CO<sub>2</sub> keletkezett a kezeletlen, vagy tejsavval kezelt szilázshoz képest. A keverék-adalékanyaggal kezelt szilázs pH-ja kevésbé emelkedett a kontroll és a csak tejsavval kezelt szilázshoz képest.

*Howard és mtsai.* (2005a,b) vizsgálták a 372 g/kg szárazanyag-tartalomra fonnyasztott perjéknél az egyes adalékanyagoknak, pl. ammónium-tetraformiát sóknak (85%, 3 és 6 ml/kg); a *L. plantarum*nak, a *L. plantarum* Na-benzoáttal vagy K-szorbáttal kevert változatának és egyes élelmiszeripari sóknak (Na-benzoát, K-szorbát) hatásait. Megállapították, hogy a magas hangyasav-tartalmú készítmények segítették legjobban az erjedést és javították a szilázs aerob stabilitását.

### **Az aerob romlás megelőzése: technológiai javaslatok**

A tömörítés során a szárazanyag-tartalom, a szecskaméret, a betakarítási és a tömörítési kapacitás összehangolása a cél, a megfelelő térfogatsúly elérése érdekében (200–250 kg szá./m<sup>3</sup>). Alapvető továbbá, hogy a kibontott silófalból minden nap legyen kitermelés. Javasolt naponta 10–30 cm előrehaladás a silódepóban hűvös és hideg időben a takarmány kitermelése közben. Nyáron növeljük a kitermelt takarmány vastagságát (akár 30–45 cm falközi silóban). A silótér kialakításának kulcsszerepe van a romlás megelőzésében: olyan hosszúságú és szélességű silódepóra van szükség, hogy a levegővel érintkező silófal minél kisebb felületű legyen és lehetővé tegye a napi kitermelést (az állomány napi szükséglete ebben az esetben megfelel a teljes silófal-szélesség 30 cm-es mélységben való kitermelésekor keletkező mennyiséggel). Tehát a silófal felületét úgy kell kialakítani, hogy az állomány napi szükségletéhez igazodva minden nap legyen kitermelés. A kritikus takarmányok (pl. nedves roppantott kukorica) mennyiségét téli felhasználásra tervezzük, vagy adalékanyaggal kezeljük a nyári kitermelésű tételeket. Olyan adalékanyagok alkalmazása javasolható, amelyeknek valóban van aerob stabilitást fokozó hatása. Az erjedést javító hatású adalékanyag ugyanis nem biztos, hogy a stabilitást is javítja. A nyári felhasználású takarmánytételek

esetében javasolt az elsősorban stabilitást javító adalékokat alkalmazni (propionsav vagy propionsavat előállító mikrobák, benzoátok, szorbátok), illetve nyári felhasználású föliatömlők esetében javasolt nagyobb dózis alkalmazása (4–5 liter/tonna). A takarmány fajtája is meghatározza az adalék használatát: pl. a nedves roppantott kukorica stabilitása gyengébb, mint a lucernáé. Lucerna esetében a stabilitást javító hatású adalék alkalmazása kevésbé indokolt az erjedést serkítő adalékanyagokhoz képest. Az aktuális telepi körülmények is befolyásolják a döntést: túlméretezett ('örökölt') silódepó esetében mindenképpen javasolt védekezni az aerob romlás ellen kukorica alapanyagú szilázs esetében. Esős időben érdemes a stabilitást javító adalék mellett dönteni, mert ilyen esetben akadozhat a behordás és a tömörítés. Továbbá bontáshoz használt eszközök (például silómáró) hiányában is indokolt a stabilitást is javító adalék alkalmazása. Mindezek tükrében megállapítható, hogy megfelelő műszaki technológiával még nehéz körülmények között is előállítható jól erjedt és nyári melegben is stabil szilázs.

### **Az egyes silózási technológiák hatása az erjedés minőségére, a szilázs mikroflórájára, mikotoxintartalmára és stabilitására**

Az egyes silózási technológiák különböző, egymástól jelentős mértékben eltérő erjedési feltételeket biztosítanak az alapanyagoknak. Az anaerob körülményeket a tömörített anyag térfogatsúlya határozza meg elsősorban. A térfogatsúly az alkalmazott technológiától, a nyomásviszonyoktól, az alapanyag szárazanyag-tartalmától, az anyag rosttartalmától és rostösszetételétől, valamint szálastakarmányok esetében annak fizikai szerkezetétől (szecskázott, szeletelt vagy eredeti szálhosszúságú jellemzőitől) függ. A szárazanyag-tartalom, a szecskaméret és a nyersrosttartalom fordítottan arányos a potenciálisan elérhető térfogatsúly értékével. Az 1. táblázatban a különböző silózási technológiák esetében, a gyakorlatban mért térfogatsúlyok láthatóak. Megfigyelhető, hogy a hagyományos, állandó bálakamrás bálázóval, szeletelő berendezés nélkül készített bálák tömörsége a legkisebb és ezért a legkedvezőtlenebb az erjedés szempontjából. A szeletelő berendezés alkalmazásával azonban javítható a tömörség. A változó bálakamrás bálázókkal alakítottabb, egyenletesebb és nagyobb tömörségű bálák készíthetők. Ezen technológia azonban elsősorban fű silózására javasolható, mert lucerna esetében jelentős levélpérgési veszteséggel kell számolni. Falközi silóban és föliatömlőben közel hasonló tömörségi viszonyok alakíthatók ki, míg a szecskabála esetében kimagasló térfogatsúlyokat mértünk *Orosz et al.* (2008).

A bálázott (hagyományos bálaképzés esetében) és a szecskázott alapanyagból készített szilázsok (szecskabála, föliatömlő, falközi siló) erjedése a változó tömörségi viszonyok miatt is eltérő. *O'Kiely és mtsai.* (2007) szerint a bálaszilázsokban kevésbé voltak biztosítva az anaerob feltételek, ami miatt kevesebb volt a tejsav mennyisége, és hajlamosabb volt a káros vajsavtermelő baktériumok szaporodására (2. táblázat). Kifejezett felületi réteg hatást csak a bálalapást felső 1 cm-ében tapasztaltak (sértetlen föliaborítás esetében).

A bálaszilázst magasabb kémhatás, gyengébb intenzitású erjedés *Jones és Fychan* (2002); *McEniry és mtsai.* (2005), nagyobb porozitás *O'Kiely és mtsai.* (2002a); *Forristal és O'Kiely* (2005) jellemzi a szecskázott szilázsokhoz képest. A bálaszilázs esetében a fóliával érintkező felület 6–8-szor nagyobb, mint a falközi silóban *O'Kiely és mtsai.* (2002a). A csomagoláshoz használt fólia (70  $\mu\text{m}$  4 rétegben előnyújtással) vékonyabb, mint a falközi siló esetében használt takarófólia (250  $\mu\text{m}$ ), ami aerob feltételeket képes teremteni a bála felületén *O'Kiely és mtsai.* (2002a). *McEniry és mtsai.* (2005) normál szárazanyag-tartalmú (354 g  $\text{kg}^{-1}$ ) és kedvező kémhatású (pH 4,5)

bálaszilázsban több élesztőt (*Lactobacillus*, *Enterobacteria*) talált a felső 20 cm-es rétegben, mint a bálamagban, míg nem volt szignifikáns eltérés a *Bacillusok* és a *Clostridiumok* számában. A nagyobb élesztő és enterobakétriium szám a bála felületének átlevégőzését jelzi.

## 1. táblázat

### Mért tömörség a silózási technológia függvényében (Orosz et al., 2008)

Takarmány, technológia (1)	Térfogatsúly (2)	
	kg/m <sup>3</sup>	kg szá/m <sup>3</sup>
Hagyományos bálaszenázs (lucerna) (3)	450-550	150-180
Változó bálakamrás bálázó(4)	530	170
Szeletelő berendezéssel (5)	540	180
Állandó bálakamrás bálázó (6)	450	150
Szeletelő berendezéssel (7)	480	160
Szeckabála (8)		
Lucernasilázs-bála (9)	650-700	230-280
Fűszilázs-bála (10)	780-825	250-260
Fóliatömlő (11)	580-620	190-210
Lucernasilázs (12)	580-620	190-210
Kukoricasilázs (13)	630-650	210-220
Falközi siló (14)	600	200
	(cél: 750)	(cél: 250)

Table 1. Density of the different ensiling technologies

Feedstuffs, technology(1), Density(2), Conventional bale haylage(3), Variable chamber baler(4), Cutting system(5), Fixed chamber baler(6), Cutting system(7), 'Chop' bales(8), Alfalfa baled silage(9), Grass baled silage(10), Tube(11), Alfalfa silage(12), Maize silage(13), Bunker silo(14)

O'Kiely és mtsai. (2007) modell körülmények között vizsgálták a fonnyasztás és a különböző silózási technikák hatását is a fűszilázsok kémiai-, erjedési- és mikrobiológiai összetételére. Azt tapasztalták, hogy a fonnyasztás időtartamának növelésével a vajsavbaktériumok száma nőtt, a kémhatás emelkedett, a fermentációs termékek (szerves savak és etanol) mennyisége pedig csökkent a szilázsokban. A bálaszilázsok erjedése kedvezőtlenebb volt, mint a hosszú szálú vagy szeckázott alapanyagból készített nagy tömörségű szilázsoké (3. táblázat).

Az erjedési mutatók mellett a szilázsok bontás utáni stabilitása is fontos paraméter. Általában a hőmérséklet-változással jellemezzük a stabilitást: minél hosszabb idő telik el (órában kifejezve) egységnyi hőmérséklet-emelkedés bekövetkezéséig, annál stabilabb a szilázs. O'Kiely és mtsai. (2007) vizsgálták fűszilázsokban a fonnyasztásnak és a silózási technológiának az aerob romlásra gyakorolt hatását. Azt tapasztalták, hogy a bálaszilázsok aerob stabilitása szignifikánsan rosszabb a nagy tömörségű szilázs és szeckázott fűszilázsokhoz képest.



## 2. táblázat

Bálaszilázsok és szecskázott alapanyagú szilázsok mikrobiológiai és kémiai összetétele (*O.Kiely és mtsai., 2007*)

	Bálaszilázs (14)	Szecskázott alapanyagú szilázs (15)	s.e.d.	Sig.
Tejsavbaktérium (log10 cfu/g) (1)	5,70	5,96	0,205	NS
Élesztőgomba (log10 cfu/g) (2)	3,81	2,34	0,514	**
<i>Clostridium</i> –vajsavtermelő baktérium (log10 cfu/g) (3)	3,70	3,04	0,308	*
<i>Bacillus</i> (log10 cfu/g silage) (4)	2,67	3,46	0,275	**
Enterobaktérium (log10 cfu/g) (5)	1,27	1,31	0,498	NS
Száranyag (g/kg)	360	220	26,3	***
pH	4,55	3,85	0,115	***
Tejsav (g/kg szá.) (6)	42	103	8,1	***
Etanol (g/kg szá) (7)	15	19	2,1	*
Ecetsav (g/kg szá) (8)	15	43	2,9	***
Propionsav (g/kg szá) (9)	3,2	7,0	0,78	***
Vajsav (g/kg szá) (10)	10,4	6,2	2,14	NS
Fermentációs termék (g/kg szá) (11)	85	179	9,2	***
Tejsav/fermentációs termék(g/g) (12)	0,49	0,58	0,046	*
Száranyag-emészthetőség (g/kg) (13)	644	677	20,5	NS

\*P<0.05, \*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001, NS=nem szignifikáns, s.e.d standard hiba, cfu=telepképző egység

Table 2. Composition of baled (combined weighted mean) and conventional precision-chop silages

*Lactic acid bacteria(1), Yeast(2), Bacilli(3), Enterobacteria(4), Dry matter(5), Lactic acid(6), Ethanol(7), Acetic acid(8), Propionic acid(9), Butyric acid(10), Fermentation products(11), Lactic acid/fermentation products(12), Dry matter digestibility(13), Bale silage(14), Precision-chop silage(15)*

Összességében megállapítható, hogy a kórokozó vagy szaprofita anaerob baktériumok, a romlást okozó aerob baktériumok és gombák, az általuk termelt anyag-cseretermékek (pl. a mikotoxinok) számos fajtája akár külön-külön, de együtt egymás hatását erősítve is, súlyos termelőkiesést vagy állományszintű állategészségi kockázatot, elhullást okozhat. A gyógykezelés nehézkes, költséges és gyakran nem eredményes, ezért a megelőzésen van a hangsúly: az alkalmazott szántóföldi agrotechnika, a betakarítási és a silózási technológia, a silózási adalékanyagok alkalmazása és a kitárolási technológia (silófal-menedzsment) egyaránt fontos tényező a megelőzésben és a tejelő állomány egészségének valamint termelésének védelmében.

### 3. táblázat

**A fonyasztás időtartama és a silózási módszer közötti összefüggések-különbségek a szilázsok kémiai-, erjedési- és mikrobiológiai összetételében (O.Kiely és mtsai., 2007)**

Fonnyasztás (h) (1)	Silózási technológia (2)	pH	Tejsav (6)	Ecetsav (7)	FT (8)	L/FT (9)	NyF (10)	<i>Clostridium</i> szám (log10 cfu/g)
			g/kg sza.			(g/g)	g/kg sza.	
0	BSz (3)	4,42	69	14,6	98	0,70	144	1,9
0	HF (4)	4,40	77	18,1	111	0,68	152	1,3
0	SzF (5)	4,29	82	19,3	115	0,71	147	1,2
24	BSz (3)	4,94	47	9,1	69	0,63	147	1,8
24	HF (4)	5,09	37	9,2	57	0,60	141	2,0
24	SzF (5)	4,84	44	9,0	64	0,63	145	1,6
48	BSz (3)	5,18	14	5,5	27	0,47	148	1,4
48	HF (4)	5,07	21	6,7	34	0,57	149	1,3
48	SzF (5)	4,92	22	6,8	35	0,56	148	1,4
Szigifikancia								
Fonnyasztás		***	***	***	***	***	**	***
Silózási technológia		***	**	***	**	*	NS	*
Fonnyasztás x technológia		*	***	**	***	***	*	*

BSz=bálaszilázs, HF=hosszú szálú fűszilázs laborsilóban, SzF= zecskázott fűszilázs laborsilóban, FT=fermentációs termék, T/FP=tejsav: fermentációs termék arány, Nyf=nyersfehérje  
\*P< 0.05, \*\*P< 0.01, \*\*\*P<0.001, NS nem szignifikáns

Table 3. Interactions between wilt and ensiling system – differences in silage chemical, fermentation and microbial composition

Wilt(1), Ensiling technology(2), Baled silage(3), Long grass in lab silo(4), Precision chop grass silage in laboratory silo(5), Lactic acid(6), Acetic acid(7), Fermentation products(8), Lactic acid:fermentation products(9), Crude protein(10), Silage aerobic stability data (day 98 only) for 0 h, 24 h and 48 h wilted silages ensiled in bales, as long grass in laboratory silos and as precision chopped grass in laboratory silos

### IRODALOM

- Bach, A., Iglesias, C., Adelantado, C., Calvo, M.A. (2005). Effectiveness of *Lactobacillus buchneri* to improve aerobic stability and reducing mycotoxin levels in maize silages under field conditions. In: Park R.S. and Stronge M.D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 232.
- Filya, I., Sucu, E., Karabulut, A. (2005a). Aerobic stability and nutritive value of low dry matter maize silage treated with a formic acid-based preservative. In: Park R.S. and Stronge M. D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 222.

- Filya, I., Sucu, E., Karabulut, A. (2005b). Improving the aerobic stability of whole-crop cereal. In: Park R.S. and Stronge M. D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 221.
- Forristal, P.D., O'Kiely, P. (2005). Update on technologies for producing and feeding silage. In: Park R.S. and Stronge M. D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 83-96.
- Honig, H., Pahlow, G., Thaysen, J. (1999). Aerobic instability-effects and possibilities for its prevention. Proceedings of the XIIth International Silage Conference, July 1999, Uppsala, Sweden 288-289.
- Howard H., O'Kiely P.O., Pahlow G. and O'Mara F.P. (2005a) Perennial ryegrasses bred for contrasting sugar contents: manipulating fermentation and aerobic stability of unwilted silage using additives (2) (EU-Project 'SweetGrass'). In: Park R.S., Stronge M.D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, p. 228.
- Howard, H., O'Kiely, P.O., Pahlow, G., and O'Mara, F.P. (2005b): Perennial ryegrasses bred for contrasting sugar contents: manipulating fermentation and aerobic stability of wilted silage using additives (3) (EU-Project 'SweetGrass'). In: Park R.S., Stronge, M.D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, p. 229.
- Jones, R., Fychan, A.R. (2002). Effect of ensiling method on the quality of red clover and lucerne silage. In: The XIIIth International Silage Conference, SAC, Auchincruive, Scotland, UK, pp. 104-105.
- Jouany, J.P. (2007). Methods for preventing, decontaminating and minimizing the toxicity of mycotoxins in feeds. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 137, 342-362.
- McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E. (1991). *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications, UK, 340.
- McEniry, J., O'Kiely, P., Clipson, N.J.W., Forristal, P.D., Doyle, E.M. (2005). Bacteria and yeast in round bale silage on a sample of farms in County Meath, Ireland. In: Park R.S. and Stronge M.D. (eds) Silage production and Utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 248.
- O'Kiely, P., Moloney, A., O'Riordan, E.G. (2002a). Reducing the cost of beef production by increasing silage intake. Beef production series No 51. Project report. Grange Research Centre, Dunsany Co. Meath ISBN I 84170 282 Y, 29-79.
- O'Kiely, P., Forristal, P.D., Brady, K., McNamara, K., Lenehan, J.J., Fuller, H., Whelan, J. (2002b). Improved technologies for baled silage. Grange Research Centre, Dunsany, Co. Meath, Ireland, 3-58.
- O'Kiely, P., Forristal, D.P., O'Brien, M., McEniry, J., Laffin, C., Fuller, H.T. (2007). Technologies for restricting mould growth on baled silage. Report. Beef Production Series No. 81 Teagasc, Carlow, Ireland., 1-123.
- Orosz, Sz., Szűcsné-Péter, J., Owens, V., Bellus, Z. (2008). Recent developments in harvesting and conservation technology for feed and biomass production of perennial forage crops. A review. Biodiversity and Animal Feed: Future Challenges of Grassland Production. Proc. of the 22<sup>nd</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Uppsala, Sweden 9-12 June in Grassland Science in Europe. 13. 529-54.

- Ruser, B., Kleinmans, J. (2005). The effect of acetic acid on the aerobic stability of silages and on intake. In: Park R.S. and Stronge M. D. (eds) Silage production and utilisation. The XIVth International Silage Conference, Belfast, Northern Ireland, UK. Wageningen Academic Publishers, 231.
- Schmidt J. (2003). A takarmányozás alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Szűcsné Péter J., Avasi Z. (2005). Amit a jó szilázs készítéséhez tudni kell. Szoliter Nyomda, Hódmezővásárhely. 1-96., ISBN 9634827233
- Tóth L. (szerk.) (2001). Szálastakarmányok betakarítása, tárolása és etetése. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 1-156., ISBN: 963 356 286 4.
- Varga J., Tuboly S., Mészáros J. (2007). A háziállatok fertőző betegségei. Állatorvosi járványtan II. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 48-67.
- White, J.S., Lin C.J., Woolford, M.K., Bolsen, K.K. (2002). A new solution to the old problem of cereal and maize silage stability. Proceedings of the XIIIth International Silage Conference, Sept 2002, Auchincruive, Scotland, 78-79.
- Woolford, M.K. (1990). The detrimental effects of air on silage. Journal of Applied Microbiology. 68. 101-116.
- Woolford, M.K. (1984). The silage fermentation. Marcel Dekker, New York. 368.
- Yimin, C., Iwasita, S., Ogawa, M., Kumai, S. (2002). Aerobic stability of silage treated with lactic acid bacteria. Proceedings of the XIIth International Silage Conference, July 1999, Uppsala, Sweden, 286-287.

Levelezési cím (*corresponding author*):

**Orosz Szilvia**

Szent István Egyetem,

Takarmányozástani Tanszék

*Szent István University*

*Faculty of Agriculture and Environmental Sciences*

2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

Tel.: 36-28-522-000

e-mail: orosz.szilvia@mkk.szie.hu