

# „Porból lettünk...”

## – gondolatok a tömegtakarmányok higiéniai állapotáról

Dr. Orosz Szilvia

Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., Takarmányanalitikai Laboratórium

### 1. A szilázsok higiéniai állapotát meghatározó mikroorganizmusok

A szilázsok táplálóanyag-tartalmának, bendőbeli lebonthatóságának, emészthetőségének, az erjedés minőségének és a szilázs higiéniai állapotának (mikrobiológiai státuszának) legalább a két alábbi feltételt teljesítenie kellene, miszerint

- ne legyen termeléscsökkentő tényező és
- etetése ne jelentsen állategészségi kockázatot.

A tejlő állomány kielégítő egészségi állapotának megőrzéséhez és a termelés növeléséhez nem csak jelentős táplálóanyag-tartalmú és jó emészthetőségű, de **megfelelő higiénijú, jól erjedt és a bontást követően hosszú ideig stabil szilázs szükséges.**

A fertőzött szilázsokban előforduló szaprofita (vajsavas erjedést okozó) és patogén (kórokozó) *Clostridiumok* mellett, aerob *Bacillusok*, *Escherichia coli*, különböző *Salmonella* törzsek, élesztőgombák és penészgombák megtelepedése jelenthet kockázatot. A penészgombák által termelt másodlagos anyagcseretermékek (mikotoxinok) okozta terheltség pedig további egészségi problémákhoz és az állati termelés romlásához vezethet. A jól erjedt, kórokozókat nem tartalmazó szilázsok esetében a silóbontást követő folyamatok jelentenek veszélyforrást, mivel az **aerob, romlást okozó mikroorganizmusok** (elsősorban penész- és élesztőgombák, valamint az ecetsavtermelő baktériumok) által, a silófalban termelt anyagcsere-termékek veszteséget okoznak és szintén kockázati tényezőt jelentenek az állomány egészségi állapotát tekintve.

A szemlecikk célja a káros, romlási folyamatok megelőzését szolgáló egyes technológia elemek összefoglalása.



### 2. A szilázsok mikroflóráját befolyásoló környezeti- és agrotechnikai tényezők

A tömegtakarmányok felületén előforduló mikroorganizmusok összetétele kulcsfontosságú a szilázsok erjedése és bontás utáni stabilitása szempontjából. A növények felületén élő mikroflórát kétféle mikroorganizmus-csoportra oszthatjuk:

- az erjedés szempontjából kedvező mikroorganizmusok (elsősorban a homofermentatív tejsavtermelő baktériumok) és a
- nem kívánatos mikroorganizmusok,
  - a káros erjedési folyamatokat okozó anaerob törzsek (pl. *Clostridiumok*), valamint
  - a romlást előidéző aerob fajok (pl. élesztő- és penészgombák).

A romlási folyamatokért felelős mikroorganizmusok számos forráson keresztül fertőzhetik a szilázsokat. **A növények felületén, az un. epifita flórában** található mikroorganizmusok aerob körülmények között, **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 a *Fusarium* és *Aspergillus* gombafajok), továbbá az élesztőgombák is (*Saccharomyces* fajok stb.). Bizonyos körülmények között a

penészgombák már az élő növény felületén megkezdhetik a mikotoxinok termelését, így az alapanyag már mikotoxin-szennyezetté érkezik a telepre. A Fusarium- és élesztőgombák a nem megfelelő tömörségű szilázsokban (kevesebb, mint 150 kg szá/m<sup>3</sup> térfogatsúly), illetve a silóbontást követően, további romlást és veszteségeket okozhatnak: a szilázs szénhidrátjait és a tejsavat használják fel saját életfenntartásukhoz. Szaporodásuk másik káros következménye a mikotoxinok megjelenése (penészgombák) és a magas alkohol tartalom (élesztőgombák). Emellett az élesztőgombák elszaporodása a fertőzött szilázs felmelegedéséhez is vezet.

A Clostridiumok és egyéb Enterobaktériumok bontják a fehérjéket, ammónia, vajsav, CO<sub>2</sub>, és különféle biogén aminok (putreszcin, hisztamin, kadaverin, tiramin) keletkeznek. Általában nagy fehérjetartalmú és vizes (lucerna-) szilázsokra jellemző ez a romlási folyamat. A vajsav és az egyes biogén aminok rendkívül bűzösek. Több biogén amint hullaméregként tartunk számon (ugyanis a bomló állati tetemben is ezek képződnek a fehérjebomlás során). Következmény, hogy növelik a táplálóanyag-veszteséget, csökkenthetik a takarmányfelvételt, mérgezőek lehetnek, valamint ketogén hatásúak (a ketonanyagok alapanyagai).

A szaprofita és kórokozó anaerob *Clostridiumok*, valamint az aerob *Bacillusok*, az *Escherichia coli*, a *Salmonella* fajok és az élesztőgombák egy része elsősorban **földszennyeződéssel** kerülnek be a szilázsba. A talaj eredetű mikrokókusok és szarcinák szintén veszélyesek, mert az egészségre káros vegyületeket állítanak elő, és csökkentik a szilázs erjeszhető szénhidrátkészletét. A talaj tehát a mikroorganizmusok komplett tárháza, ahonnan azok könnyen átvihetők a besilózott növényre! A talajban élő mikroorganizmusok közül 2010-ben az anaerob *Clostridiumok* okozták a legnagyobb problémát. Ennek 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. **Ezért kerülni kell az alacsony vágási magasságot (legalább 8 cm), mert az növeli a földszennyeződés mértékét, amely a klosztridiumok, az élesztőgombák és penészgombák felszaporodását eredményezheti a fonnyasztás és a silózás során.**



A **gabonaszilázsok** betakarításának módja meghatározó a hamutartalom szempontjából. Az egymenetes, un direkt vágás esetében a hamutartalom alacsonyabb, de a szilázs szárazanyag-tartalma csak akkor lesz biztonságos az erjedés szempontjából, ha a gabonanövény lábán várja meg a kora viaszérés állapotát (15-20% keményítőtartalom és limitált emészthetőség a következmény ezen fenológiai fázisban). A kétmenetes betakarítás hátránya, hogy növeli a gabonaszilázs földszennyezettségét, de a fonnyasztás lehetővé teszi a szárazanyag-tartalom bellítását korai fenológiai fázisban

történő betakarítás mellett is. A min. 8 cm-es tarlómagasság és a rendelkezés megfelelő módon való végrehajtása mérsékelheti a hamutartalom növekedését a takarmányban.

A kórokozó anaerob mikroorganizmusok elleni védekezés egyik alapja tehát a **földszennyeződés mértékének csökkentése** a betakarított tömegtakarmányban, **megfelelő műszaki technológia alkalmazásával:**

- a **tarlómagasság növelésével** (min. 8 cm),
- a **gépi rendelkezés megfelelő módon** való végrehajtásával és a
- **silózás technológiájának szigorításával** (a gépjárművek kerekeiken felhordhatják a földszennyeződést a silódombra! - szalmaágy alkalmazása).



A *Clostridiumok*, az élesztők és az aerob bacillusok a **fonnyasztás** alatt tovább szaporodnak a szennyezett alapanyagban (a rend egyfajta táptalajként működik). A nagy nedvességtartalommal (kevesebb, mint 30% szárazanyag-tartalommal) történő betakarítás mégsem javasolt, mert káros erjedési folyamatokat indíthat el és takarmányhiányos időszakban súlyos hiba a rosszul erjedt szilázs.

Nagy fehérjetartalmú takarmányok esetében a vajsavas erjedés általában az alacsony szárazanyag-tartalom és a földszennyeződés együttes hatásaként jelenik meg. Ennek az az oka, hogy a talajjal bejutott vajsavtermelő



*Clostridiumok* számára a vizes alapanyag kedvező környezetet jelent a szaporodásra. **Minél szárazabb az alapanyag, annál kevesebb vajsav termelődése várható a szilázsban.**

Az egyik oldalon tehát szükség lenne a fonnasztásra, a másik oldalon azonban láthatjuk a kedvezőtlen hatását, mivel növeli a földszennyeződés mértékét és az **elnyújtott, hosszú idejű fonnasztás felszaporíthatja a káros mikroorganizmusokat a renden lévő alapanyagban.** Egy ír kutató, O'Kiely (2005) szerint szignifikáns növekedés figyelhető meg a *Clostridiumok*, az élesztőgombák és az aerob bacillusok számában a 24 órás és a 48 órás fonnasztási időtartam között. A **fonnasztás, illetve a fonnasztás felgyorsítása (a fonnadás intenzívebbé tétele)** tehát a másik kulcsa ezen mikroorganizmusok kiszorításának.

Az 1. táblázatban a szőnyegrenden történő fonnasztás hatását láthatjuk keskeny, de vastag renden történő fonnasztáshoz képest (USA, 2006.).

**1. táblázat** A szőnyegrenden történő fonnasztás hatásának összehasonlítása a keskeny renden történő fonnasztással (*Courtesy, 2005*)

	Sza. tartalom rendfelszedéskor	Fonnasztás (óra)	Időjárási körülmények
<b>2006. május 3-5. lucerna első kaszálása</b>			
Széles rend	44,6	<b>29</b>	1.nap: 28 °C, napos 2. nap: 29 °C, napos
Keskeny rend	43,5	<b>55</b>	3. nap: 29 °C, változó
<b>2006. június 12-14., lucerna második kaszálása</b>			
Széles rend	45,0	<b>28</b>	1.nap: 27 °C, változó
Keskeny rend	44,7	<b>40</b>	2. nap: 27°C, napos
<b>2006. július 17.18., lucerna harmadik kaszálása</b>			
Széles rend	48,5	<b>6</b>	1.nap: 36 °C, napos
Keskeny rend	46,9	<b>25</b>	2. nap: 36 °C, napos

A káros mikroorganizmusok visszaszorításában (a fonnadás felgyorsításában) nagy jelentősége van tehát a **műszaki szántóföldi technológiának:**

- a korszerű, és a növény típusához kifejlesztett **szársértők** alkalmazásának (májusban: 2% nedvesség-csökkenés/nappali óra), valamint
- az 5-10 cm vastag, **egyenletes szőnyegrend** képzésének (a nagy felület kialakítása érdekében), és
- az **azonnali rendterítésnek!**

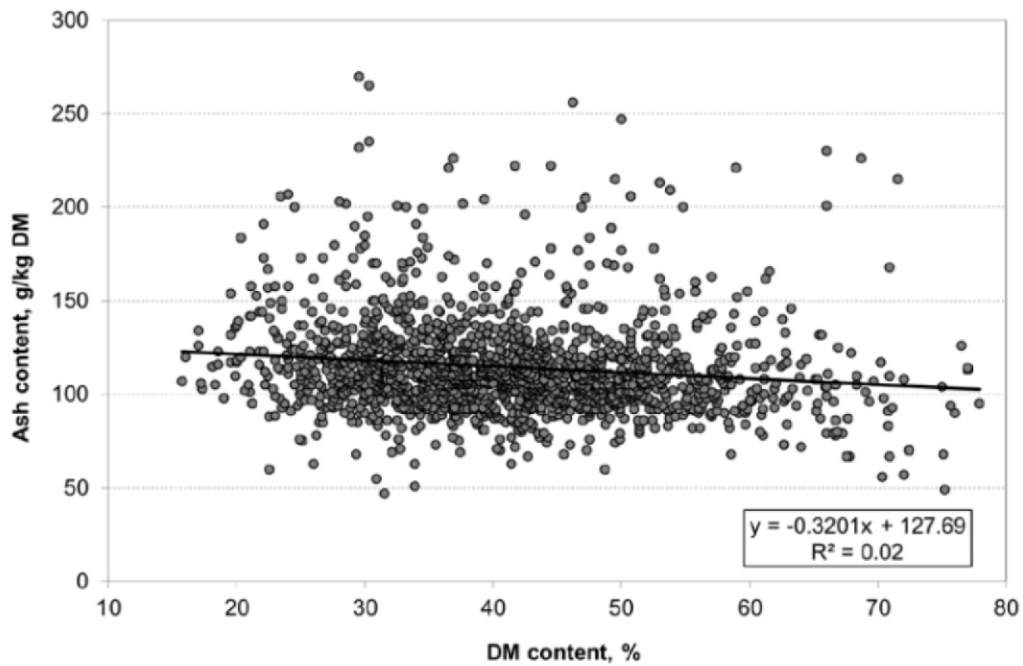


A földszennyeződés egyik jelzője az emelkedett hamutartalom. Az 1. ábrán látható a hamutartalom változása a szárazanyag-tartalom függvényében (Wyss, 2013). **Ritkán esik szó arról, hogy a hamutartalom jelentősen csökkenti a tömegetakarmány nettó energiátartalmát is! Az összefüggés az alábbiak szerint alakul:**

$$+100 \text{ g hamu /sza.} = 0,5\text{-}1,0 \text{ MJ/kg sza NEI CSÖKKENÉS}$$



1. ábra A hamutartalom változása a szárazanyag-tartalom függvényében fűszilázsban (Wyss, 2013).



További probléma az **etetés és az itatás higiéniája** (a takarmány-bemérés higiéniája, az etetők fedettség-fedetlensége, az etetőasztalok lejtése, az itatók takarítása, az ivóvíz trágyával való szennyezettsége stb.), mivel a kórokozók nem fertőzött szilázsok esetében is bekerülhetnek a TMR-be, direkt földszennyeződéssel veszélyeztetve a tejlő állományt.

#### Kockázati tényezők



#### A kockázati tényezők csökkentésének lehetőségei



### 3. A szilázsok mikroflórája: káros mikroorganizmusok

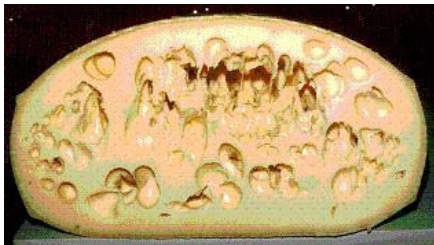
#### 3.1. Vajsavtermelő és kórokozó *Clostridium*ok

A talajban élő mikroorganizmusok között megtalálhatók ún. obligát (feltétlen) kórokozó fajok. Ezek az erjedés során nem játszanak jelentős szerepet, de az etetést követően az állat szervezetében elszaporodva megbetegedést okozhatnak. Továbbá léteznek olyan fakultatív (feltételesen) patogén (kórokozó) törzsek, melyek jelen vannak a gazdszervezetben (légutakban, emésztőcsatorna nyálkahártyájában), de csak akkor idéznek elő megbetegedést, ha az állat ellenállóképessége valamilyen okból kifolyólag csökkent. A *Clostridium perfringens* D, C és B típusok fakultatív patogén baktériumok, a bélcsatornában tömegesen elszaporodva enterotoxinokat termelnek, melyek általában elhalásos bélgyulladást, bélvérzést stb. eredményeznek. A *Clostridium perfringens* a gázgangréna kialakulását is előidézheti a földdel szennyezett sebekből kiindulva. Az emberi sebfertőzéshez társuló gázödémát viszont a *Clostridium perfringens* A törzs okozza. Az ember elhalásos bélgyulladásáért a *Clostridium perfringens* C a felelős. Ekkor gyakran van jelen a *Clostridium septicum* és a *Clostridium histolyticum* is, amelyek önmagukban kevésbé patogéneket. Ezek spórái különösen ellenállóak magas hőmérsékleten! 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 bélcsatornájába kerülve a spórák kicsíráznak, elszaporodnak és a bélsárral ürülnek. A ferőzött állatok bélsarában ezért sok tetanus bacillus mutatható ki. A gazdasági állatok közül a lovak veszélyeztetettek elsősorban, de más állatokban is kialakulhat a fertőzés. Ennek következtében a trágyázott mezőgazdasági területeken különösen sok spórát lehet találni a talajban. A *Clostridium botulinum* okozta botulizmust (izomrenyheség, bénulás) a baktérium által termelt toxin váltja ki. A *Clostridium botulinum* nem a szervezetben, hanem a természetben, például talajban, alacsony vízállású tavakban anaerob körülmények között szaporodik el. Szemes termények tárolásakor a belekerült rágcsálók és madarak hulláiban termelődő botulin toxin lehet veszélyes. Ebben az esetben tulajdonképpen mérgezésről és nem fertőző betegségről van szó, mégis járványszerűen, nagy számban jelenhet meg.



Kép: Volman és Csáki

Számos szaprofita *Clostridium* faj található a talajban, melyek az erjedés során minőségromlást okoznak a szilázsban. Ezen klosztridiumok bontják a szénhidrátokat és a fehérjéket, mely az enterobaktériumokhoz hasonlóan táplálékanyag-vesztést, a takarmány minőségi romlását és káros aminok termelését okozzák a szilázsokban. Továbbá a *Clostridium*ok 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 fejéskor a tejbe juthatnak. A savtoleráns *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 minőségromlását 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 *Clostridium*ok szaporodását. Mivel pedig a *Clostridium*ok a hozzáférhető víz ( $a_w$ ) szintjére is nagyon érzékenyek, a tömegtakarmányok fonnasztásával szintén korlátozhatjuk a *Clostridium*ok szaporodását a szilázsban.

Összefoglalva, a vajsavtermelő baktériumokat (klosztridiumokat) :

- a kémhatás gyors csökkentésével,
- gyors és hatékony fonnasztással, továbbá a
- gyors és hatékony tömörítéssel lehet az erjesztésből kirekeszteni.

A kórokozó klosztridiumokra ez nem vonatkozik, ezek a szilázsban nem szaporodnak tovább, viszont jelenlétük már kis mennyiségben is káros. A kórokozók esetében a szántóföldi megelőzés a fontos az agrotechnikai eszközök megfelelő használatával.

### 3.2. Élesztőgombák

A heterotróf, fakultatív anaerob élesztőgombák jelenléte a szilázsban nemkívánatos. Az élesztők nem kórokozó mikroorganizmusok, de az alkoholosan erjedt szilázs miatt csökkenthet a szárazanyag-felvétel, és állományszintű hasmenés is kialakulhat etetésekor. Oxigénmentes környezetben az élesztőgombák a cukrot etanollá és széndioxidá bontják. Az etanol termelése nemcsak a tejsavtermelő baktériumok számára hozzáférhető cukormennyiséget csökkenti, de a tej ízhatását is ronthatja és a szárazanyag-felvételt is csökkentheti. Részben az élesztőgombák tehetők felelősség a bontást követően a szilázs instabilitásáért is.

### 3.3. Enterobaktériumok

Az enterobaktériumok fakultatív anaerob mikroorganizmusok. A legtöbb szilázsban előforduló enterobaktérium faj nem kórokozó. Jelenlétük azonban nemkívánatos, mivel a tejsavbaktériumokkal versenyeznek a szilázsban előforduló *felvehető cukortartalomért*, valamint bontják annak fehérjetartalmát is. A fehérjebontás nemcsak a táplálóanyag-tartalom csökkenés, hanem a bontás során felhalmozódott toxikus anyagcseretermékek, aminok miatt is káros. Az aminok a takarmány ízletességének romlását eredményezik. A fehérjebontás során ammónia keletkezik, mely növeli a szilázs pufferkapacitását, és gyors pH emelkedést eredményezhet. Az enterobaktériumok alacsony pH mellett nem szaporodnak. Ezért a silózás során a gyors és nagy mértékű pH-csökkenés biztosításával megakadályozhatjuk az enterobaktériumok felszaporodását.

### 3.4. Ecetsavtermelő baktériumok

Az ecetsavtermelő baktériumok obligát aerob, sav-toleráns baktériumok. A szilázsban megtalálható ecetsav baktériumok az *Acetobacter* nemzetségbe tartoznak. Jelenlétük a szilázsban aerob romlást eredményez, mivel levegő jelenlétében képesek a tej- és ecetsavat vízzé és széndioxidá bontani. Fű és lucernaszilázsokban általában az élesztőgombák okozzák a szilázsok aerob romlását és az ecetsav baktériumok nincsenek jelen vagy csak nagyon kis szerepük van a romlási folyamatban. Ezzel szemben a kukoricaszilázsban elsősorban az ecetsavtermelő baktériumok okozzák az aerob romlást.

### 3.5. Bacillusok

A *Bacillusok*, hasonlóképpen a *Clostridiumokhoz*, spórát képeznek, ám aerob baktériumok. Néhány faj leszámítva a *Bacillusok* jelenléte kedvezőtlen a szilázsban. A tejsavtermelő baktériumokhoz képest kevésbé hatékony tejsav és ecetsav képző tulajdonságuk mellett, aerob romlást is előidéznek a szilázsban. Hasonlóképpen a *Clostridium* fajokhoz, a nyers tejben megjelenő *Bacillus* spóra bélsár eredetű fertőzésre utal. A pasztörözött tej legjelentősebb szennyező mikroorganizmusai a *Bacillus cereus* spórái, melyek nagy mennyiségben fordulnak elő a szilázsokban.

Alacsony hőmérsékletű, oxigénmentes tárolás során csökkenthetjük a *Bacillus* fajok szaporodását. A betakarításnál pedig kerülni kell a növényanyag földdel és trágyával való szennyeződését.

### 3.6. Lisztéria

A talajban, vízben, trágyában és a szilázsokban megtalálható *Listeria monocytogenes* egy fakultatív anaerob mikroorganizmus, mely influenzaszerű tüneteket okoz, valamint gyengíti az immunrendszert, súlyosabb esetekben elhulláshoz vezethet. Fertőzött szilázs etetésével a nyers tejben is megjelenhet a *Listeria monocytogenes*. A kórokozók nedves közegben, alacsony oxigénszint mellett 3,8-4,2pH felett már életképesek, és a silótetőn vagy a csomagolt bála felszínén kezdenek el szaporodni a kondenzvíz lecsapódásakor és a védőfólia sérülésekor. A *Listeria* fajok jól erjesztett szilázsokban alacsony pH-mellett nem szaporodnak, ezért az anaerob körülmények biztosítása elegendő védekezés.

### 3.7. Penészgombák

#### 3.7.1. Kockázati tényezők a szántóföldi növénytermesztés során

A toxint termelő *penészgombákat* két csoportra osztják aszerint, hogy növekedésükhöz több vagy kevesebb vizet igényelnek (min. 20%: *szántóföldi* penészgombák és max. 20%: *raktári* penészgombák). Az elmúlt két évben azonban a környezeti feltételek kedveztek a raktári penészgombaként számon tartott *Aspergillus* gomba szántóföldi szaporodásának.

- A raktári penészgombák főbb képviselői az *Aspergillus* és a *Penicillium* fajok, amelyek az alábbi toxinokat termelik: **aflatoxinok**, **ochratoxin-A**, **citrinin**, **patulin**, **rubratoxin B**.
- A *Fusarium* fajok, illetve a *Stachybotrys* fajok a szántóföldi penészgombák csoportjába tartoznak. Állat- és humánegészségügyi szempontból a fontosabb *Fusarium* fajok ösztrogénhatású **zearalenont (F-2 toxin)** és immundepresszáns hatású **trichotecéneket (T-2 toxin, HT-2 toxin, nivalenol, DON -deoxynivalenol, fumonizint)**, továbbá **satratoxint** termelnek.





A szilázsban jelenlévő mikotoxin hatása (mennyiségétől és minőségétől függően) az enyhe emésztési és termékenyülési zavaroktól, valamint az immunrendszer gyengülésétől kezdve, a súlyosabb máj és vesekárosodáson át a vetélésig, elhullásig is terjedhet. Az *Aspergillusok* által termelt Aflatoxin B1 a fertőzött állati takarmányból kiválasztódik a tejbe is.

A káros mikroorganizmusok és mikotoxinjaik már a szántóföldi növénytermesztés során fertőzhetik/ szennyezhetik a silózásra szánt növényeket. 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 lehet mutatni. A kórokozó gyökér-, szár-, levél- és csőpenészt is okozhat, de terjedhet vektorokkal is (pl. fonalférgekkel). A szem érési stádiumában jelentős a fertőzés kockázata, de a penész az elhalt szöveteket is megfertőzi. Az időjárás elsődleges kockázati tényezőt jelent:

- a száraz meleg nyár után a csapadékos őszi időjárás (esetleges talaj menti fagyokkal) segíti a *Fusarium* gombák szaporodását, így a fertőzött kukoricánövényben felhalmozódhatnak a *Fusarium* gombafajok különböző toxinjai.
- az aszály szintén növeli kockázatot, mert a növény felületén keletkezett (általában rovarkártevők okozta) sérülések a gombák (pl. *Aspergillusok*) számára nyitott kaput jelentenek a fertőzésre.

Az aszály nem kerülhető el, de megfelelő agrotechnikai eszközökkel csökkenthetjük a káros mikroorganizmusok fertőzésének veszélyét! Mivel a penészgombák elszaporodásának megelőzésében kulcsfontosságú a szántóföldi technika, ezért **kerülni kell:**

- a **tarlómaradványokat** (áttelelő gabonaszár, illetve kukoricaszár és gyökér, egyéb szármarmadványok).
- a terület **elgyomosodását**.
- a **túlzott nitrogén műtrágya** adagolását.
- az **alacsony tarlóval történő betakarítást** (csökkenteni tudjuk a fertőzöttség mértékét).
- a **kései betakarítást**, mert a csapadékos hűvös időjárás kedvez a *Fusarium* gombák szántóföldi fertőzésének.



Továbbá figyelembe kell venni a növényfajta érzékenységét a fertőzésekkel szemben (a kukoricahibridek különböző mértékben ellenállóak). Végül, a fagyot követően minél gyorsabban be kell takarítani a növényt, mert az elhalt növényi szövetek kiváló alapanyagot szolgáltatnak a gombáknak a szaporodáshoz.

### 3.7.2. Kockázati tényezők a silózást követően

**Oxigén jelenlétében a szilázsokban tovább folyhat a penészgombák szaporodása.** A tárolás során a penészesedés elsősorban a szilázs felszínén jelentkezik, de rossz tömörítés, vagyis oxigén hatására a szilázs belseje is romlásnak indulhat.



A szilázs hőmérsékletének növekedése biztos jele az aerob romlási folyamatoknak (laza kazalban a cukrok karamellizációja játszódik le, ami vöröses elszíneződéssel jár). A melegedést 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 (nem látható) táplálóanyag-vesztéssel jár együtt. A szénhidrátokon túl egyéb értékes táplálóanyagok, például a fehérjék mennyisége és emészthetősége is csökken a romlási folyamatok során.



A szilázsokban előforduló penészgombák a silófalban 'feléledve' tovább folytathatják a mikotoxinok termelését. Ezáltal a silófal tartalmazhat több mikotoxint, mint amennyi az eredeti szilázsban volt betároláskor, vagy a tárolás alatt. A penészgombával fertőzött alapanyag ezért fokozott kockázati tényező a silófal állapota szempontjából. Különösen a déli kitétségű és laza, nagy felületű silófalak veszélyeztetettek.

A jelentősebb mikotoxin termelő gombafajok, a *Fusariumok*, az *Aspergillusok*, és a *Penicillium roqueforti* gombák savas közegben, kevés oxigén és magas CO<sub>2</sub> szint mellett is képesek megőrizni szaporodóképességüket.



A mai napig vizsgálják a szilázsokban előforduló mikotoxinok termelődési körülményeit. A penészgombák által erősen fertőzött szilázsokban azonban a mikotoxinok nem feltétlenül vannak jelen magas koncentrációban. Továbbá a penészgombák nem minden esetben állítják elő az általuk termelhető összes mikotoxint.

### 3.7.3. Kockázati tényezők a silóbontást követően

Az anaerob közegben inaktív gombák egy része aerob környezetben újra képes szaporodni, ezért a szántóföldön történt fertőzés a silóbontást követően újra problémát jelenthet. A siló bontása után bekövetkező káros erjedési folyamatok technológiai okai az alábbiak lehetnek.

A romlás mértéke (elsősorban kukoricaszilázsban és nedves szemeskukoricában)

- nagy felületű silóbontás után (túlméretezett silótér),
- nem rendszeres kitermelés esetén (nem az állomány igényei szerint kalkulált felület),
- egyenetlen felületű silófalban (silómaró, blokkvágó elhagyása),
- lazán tömörített silóban,
- nagy melegben, párás időben jelentős.

A romlás mértéke fordítottan arányos a tömörséggel: laza anyagban a silófal gyorsabban és nagyobb mértékben átlevegőzik. Ezért a tömörség az elsődleges tényező a silófal védelmében.

A veszteség gyakran nem látható, mert gázok (szén-dioxid, ammónia, hidrogén, illékony ecetsav és alkohol), valamint vízpára formájában távozik. A bomlástermékek felhalmozódása azonban ronthatja a takarmány ízletességét és korlátozhatja a szárazanyag-felvételt, valamint bendőproblémákat és emésztési zavarokat eredményezhet. A penészek, a bacillusok, a *Listeria monocytogenes* és a gombatoxinok (leggyakrabban DON, T2 és zearalenon) veszélyeztetik az állomány egészségét. A korlátozott takarmányfelvétel és a csökkent táplálóanyag-tartalom együttesen igen hátrányosan befolyásolja az állati teljesítményt.

**Az aerob romlás megelőzése elsősorban menedzsment feladat.** 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 gombaölő ha'ású 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 takarmánytétel** esetében javasolt az elsősorban stabilitást javító adalékokat alkalmazni (propionsav vagy propionsavat előállító mikrobák, benzoátok, szorbátok), illetve nyári felhasználású fóliatömlők 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 serkentő 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 savadalék mellett dönteni, mert ilyen esetben akadózhat a behordás és a tömörítés. Továbbá bontáshoz használt eszközök (például silómaró) hiányában is indokolt az aerob stabilitást javító, gombaölő hatású adalék alkalmazása.

Mindezek tükrében megállapítható, hogy megfelelő műszaki technológia alkalmazásával még nehéz körülmények között is előállítható jól erjedt és nyári melegben is stabil szilázs.

**Összegezve, a kórokozó vagy szaprofita mikroorganizmusok, a romlást okozó aerob baktériumok és gombák, az általuk termelt anyagcseretermékek (pl. a mikotoxinok, biogén aminok) külön-külön, de együtt, egymás hatását erősítve is jelen lehetnek a szilázsban, termelés kiesést okozva vagy növelve az állományszintű egészségi kockázatot. A gyógykezelés szinte megoldhatatlan nagy állományokban, ezért a megelőzésen van a hangsúly: a szántóföldi agrotechnika, a betakarítási és silózási technológia, a takarmányok tárolási körülményei, továbbá az etetéstechnológia (pl. fedett etetőút) egyaránt fontos tényező a megelőzésben!**

Forrás: Orosz Sz., Nagy Z (2011) Az erjesztett tömegtakarmányok minőségének kritikus pontjai: a termelés-csökkentő- és állategészségi problémát okozó tényezők kockázatának csökkentése. 15. Nemzetközi Takarmányozási Szimpózium. Kaposvár. Június 3. 17-32.pp. ISBN 978-963-9821-32-3

