



# VAJSAVTERMELŐ CLOSTRIDIUMOK SPÓRÁI

## A SZILÁZSBAN ÉS A TEJBE

Ez a cikk a szaprofita (nem kórokozó) vajsavtermelő Clostridiumokkal foglalkozik. A Clostridiumok a vajsavtermelés által sok galibát okoznak a szilázsokban, de nem betegítik meg a tehenet. Negatív hatásuk közvetett. Általában a vizes és nagy pufferkapacitású fű-, korai gabona-, lucerna- és keverékszilázsokban fordul elő. A vajsavtermelő Clostridiumok forrása a földszennyeződés. Ráadásul tovább szaporodnak a szilázsban, ha a kémhatás nem eléggé gyorsan csökken. A vajsavas, bűzös szilázsokban általában jelentős a fehérjebomlásból származó ammóniatartalom és emelkedett a biogén aminok mennyisége, ami állategészségi problémákat okozhat! Hogyan lehet védekezni ez ellen? A földszennyeződés minimálisra csökkentése az egyik legfontosabb agrotechnikai tényező. Az intenzív fonnyasztás a másik faktor. A 30% feletti szárazanyag-tartalom még nem jelent biztonságos védelmet,

de segíthet a visszaszorításban. A 35-40% szárazanyag-tartomány hatékonyan gátolja a Clostridiumok szaporodását, míg 40% feletti szárazanyag-tartalom mellett szinte kizárt a vajsavas erjedés. A gyors pH-csökkenés a harmadik eszköz a kezünkben. Ebben segíthetnek a (gyorsan szaporodó) tejsavtermelő baktériumokat tartalmazó silózási adalékanyagok. A mikrobiológiai adalékanyagok 30% feletti szárazanyag-tartalmú szilázsokban és mérsékelt hamutartalom esetében költséghatékony támaszai a tejsavas erjedésnek. A hatékony védekezéshez mindhárom eszközre szükségünk van tavasszal. Ezen cikk azonban rávilágít egy új, kevésbé ismert hatásra is. Az anaerob Clostridiumok megjelenhetnek a silótetőben, az oldalfalalnál, átlevégőzött szilázsokban is. Még kukoricaszilázsokban is! Lássuk hát, hogyan lehetséges ez.

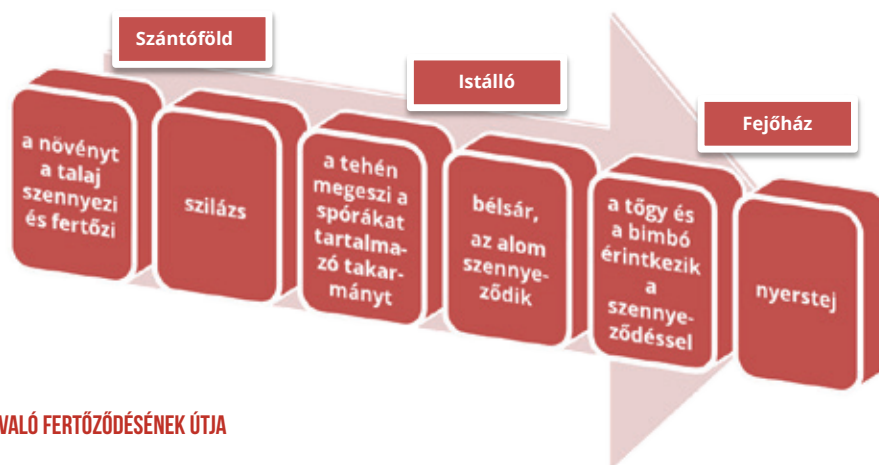
**Dr. Orosz Szilvia**

(Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., Gödöllő)

**Forrás:** Frank Driehuis (2012): **Silage and the safety and quality of dairy foods: a review.**

XVI. Nemzetközi Silózási Konferencia, 2012. július 2-4., Finnország, Hämeenlinna, 87-104

NIZO food research, P.O. Box 20, NL-6710 BA Ede, the Netherlands, frank.driehuis@nizo.nl



1. ÁBRA: A TEJ SPÓRÁKKAL VALÓ FERTŐZŐDÉSÉNEK ÚTJA

**Spórák és spóráképző baktériumok a szilázsokban:** A spóráképző baktériumok jelenléte a szilázsban veszélyes, mert a spórák ellenállnak a magas hőmérsékletnek és számos más környezeti tényezőnek. A spórák bejuthatnak a tejbe is. A spórák számos változata pedig túléli a tej pasztörözését, sőt, egyes spórák még a sterilizálást is. A tejben található spórák forrása a talaj, a szilázs és az alomanyag. A tej fertőződésének útja az 1. ábrán látható.

A szilázsban található spórák elsődleges forrása a talajszennyeződés. A talajszennyeződés a növény fejlődése során és betakarításkor kerül a felületére. Az, hogy az erjedés és a tárolás alatt nő-e a spóraszám, a baktériumtól és a szilázsban uralkodó viszonyoktól függ. Tovább szaporodhatnak.

A spórák áthaladnak a tehén emésztőtraktusán és egy részük kiürül a bélsárral. Kutatási eredmények azonban azt bizonyítják, hogy a spóraszám az áthaladás során nőhet a bélsatornában (Ali-Yrkkö és Antila 1975, Vissers et al. 2007). Vissers és mtsai. (2007) 24 dán farmot vizsgált meg: a vajsavtermelő baktériumok által termelt

spórák számát mérték a fű- és kukoricaszilázsokban, a bélsárban, az alomanyagban és a nyers tejben. Azt találták, hogy a bélsárban háromszorosa volt a spórák száma a szilázséhoz képest. Az alomanyagot pedig fertőzte a bélsár. Az alomanyagban fekvő tehén tőgye pedig szennyeződött a bélsárral, így a spórákkal. Fejéskor a tőgyelőkészítés során a fizikai kezeléssel jelentősen csökkenthető a tejben megtalálható spórák száma (-45-96%) ahhoz képest, mint amikor nincs előkészítés (Magnusson et al. 2006). Hozzá kell azonban tenni, hogy a bélsár eredetű baktériumok és spórák egy része a tisztítás ellenére ott maradhat a tőgybimbó felszínéhez tapadva, amit utána belefújunk a tejbe. A fertőtlenítő szerek hatásosak a baktériumokkal szemben, de nincs rá bizonyíték, hogy a spórákat is inaktíválnák. Vissers és mtsai. (2006, 2007) különböző stratégiákat és módszereket vizsgáltak, hogy hogyan csökkenthető hatékonyan a tanktejben a vajsavtermelő baktériumok által termelt spórák száma, és a következő eredményre jutottak: a spórák számának ingadozása a szilázsban szignifikánsan nagyobb hatással volt a tej spóraszámára, mint a tőgyelőkészítés vagy az istállóhigiénia.

## SPÓRÁK ÉS SPÓRÁKÉPZŐ BAKTÉRIUMOK A SZILÁZSOKBAN: CLOSTRIDIUM FAJOK

A Clostridiumoknak három fő csoportját különítjük el az alapján, hogy a fehérjéket vagy a szénhidrátokat bontják (2. táblázat). A fehérjebontó Clostridiumokhoz tartozik a *Clostridium sporogenes*, ami a legjellemzőbb vajsavtermelő baktérium a szilázsokban. Mind a fehérjék, mind a szénhidrátok bontásából tud energiát nyerni. A másik fontos csoport a *Clostridium butyricum*-ról elnevezett csoport. Ezen baktériumok sokféle szénhidrátot tudnak vajsavvá alakítani, de a fehérjéket nem. A harmadik csoport jeles képviselője a *Clostridium tyrobutyricum*, ami nemcsak a szénhidrátokat tudja felhasználni a saját javára, de a tejsavat is át tudja alakítani ecetsavvá és vajsavvá, még alacsony kémhatáson is! Összességében tehát ezen baktériumok a felelősek a vajsavas erjedésért. Egyéb, szintén vajsavtermelő fajok a szilázsokban: *Clostridium saccharolyticum* és *Clostridium baratii* (Rossi és Dellaglio, 2007), *Clostridium disporicum* (Julien és mtsai., 2008).



A szilázsok tanulmányozásakor a legnagyobb figyelmet a *C. tyrobutyricum* kapta, két okból kifolyólag. Az első ok, hogy savas közegben is képes szaporodni és a tejsavat át tudja alakítani vajsavvá. Kifejezetten káros hatással van a szilázs minőségére, eltarthatóságára és etethetőségére. A második ok, hogy a spórái bekerülve a tejbe, tönkreteszik a kemény és a félkemény Gouda és Ementáli sajtokat (a sajt érése során vajsav és gáz képződik, amitől kellemetlen ízű lesz a sajt és lyukak képződnek a belsejében). Érdekes módon, a szilázsban és a sajtban egyaránt adottak azok a feltételek, amelyek kedveznek a *C. tyrobutyricum* szaporodásának (alacsony pH, vízaktivitás, tejsav, nitrát). A nitrát mind a szilázsban, mind a sajtban meghatározó faktor a spórák képződése és a baktériumból való kiszabadulása terén (segíti azt). A *C. tyrobutyricum* egyébként nem veszélyes az emberre vagy az állatra, ezért jelenléte elsősorban gazdasági kárt jelent. A tejipari cégek általában mérik a *C. tyrobutyricum* spórák számát a tejben.



A kórokozó Clostridiumok között a legnagyobb jelentőségű Nyugat-Európában a Clostridium botulinum, ami a botulizmus nevű betegséget okozza az általa termelt neurotoxin révén. Ez azonban viszonylag ritkán fordul elő szilázsokban. Akkor fordulhat elő a botulinum toxin szilázsban is, ha döglött madártetemet vagy rágcsáló kerül bele betakarítás során (Cobb és mtsai., 2002). A

madárürülék a másik forrása a C. botulinumnak. Mivel a botulinum toxin ritkán fordul elő szilázsokban, ezért a tej szennyeződésének is kicsi az esélye. Eddig nem ismert olyan eset, amikor tej okozott volna élelmiszer-eredetű botulizmust emberben (Shapiro és mtsai. 1998, Sobel és mtsai. 2004.). Számos más kórokozó Clostridium is ismert, de ezekre jelen cikk nem tér ki (C. perfringens, C. chovoye).

**1. TÁBLÁZAT SZILÁZSOKBAN ELŐFORDULÓ DOMINÁNS CLOSTRIDIUM FAJOK**  
(PAHLOW ÉS MTSAI., 2003, ALI-YRKKÖ ÉS ANTILA 1978, BÜHLER 1985, KLIJN ÉS MTSAI. 1995, ROSSI ÉS DELLAGLIO 2007, JULIEN ÉS MTSAI., 2008.)

	Fehérjebontók	C. butyricum csoport	C. tyrobutyricum
<b>Fajok</b>	<i>C. sporogenes</i>	<i>C. butyricum</i>	<i>C. tyrobutyricum</i>
	<i>C. bifermentas</i>	<i>C. beijerinckii</i>	
	<i>C. baratii</i>	<i>C. acetobutyricum</i>	
		<i>C. saccharolyticum</i>	
		<i>C. disporicum</i>	
<b>Minimum pH</b>	>5	>4,5	>4,2
<b>Mit fermentál/bont</b>			
<b>Fehérjék</b>	+	-	-
<b>Szénhidrátok</b>	+	+	+
<b>Monoszacharidok</b>	változó	sok	kevés
<b>Tejsav</b>	gyenge		

A vajsavtermelő baktériumok által termelt spórák száma a szilázsokban 10-100/g eredeti anyag közé tehető, ami a betakarításkor az alapanyag földdel való szennyeződésekor a kezdeti spóraszám. A vajsavasan erjedt szilázsokban ez az érték akár  $10^6$ - $10^7$ spóra / eredeti anyag is lehet (Stadhouders és Spoelstra 1990, Pahlow és mtsai., 2003, Vissers és mtsai. 2007).

A Clostridium spórák száma a bontatlan szilázsokban jelentősen csökkent Nyugat-Európában az elmúlt évtizedekben. Egy holland felmérés szerint (2002-2004) a kukoricaszilázsok között szinte nem volt olyan, ami magas spóraszámú fertőződött volna (197 mintából egy sem volt  $10^5$ /g érték felett, és csak 0,5% haladta meg a  $10^4$ /g értéket). Az átlagos spóraszám is sokkal kisebb volt, mint a fűszilázsokban (2. táblázat). Ennek oka, hogy a kukoricának kisebb a pufferkapacitása, sok tejsavval erjed, így a kémhatása gyorsan csökken, kizárva a legtöbb Clostridium szaporodását (pH 3,8-4,0).

Eddig az volt az általánosan elfogadott nézet, hogy a szilázsok magas Clostridium spóraszámú az anaerob romlással függ össze: az elsődleges erjedés során bekövetkező vontatott kémhatás-csökkenés lehetővé teszi a Clostridiumok szaporodását, a nedvességtartalom, a vízdékes szénhidrátok, a nitrát és a pufferkapacitás függvényében (McDonald és mtsai., 1991, Kaiser és mtsai., 2002, Pahlow és mtsai., 2003). Napjainkban egy másik elmélet is terjedőben van. Visser és mtsai. (2007) dán farmokat vizsgálva azt tapasztalták, hogy a magas Clostridium spóraszám inkább az aerob romlással függött össze, mint az anaerob folyamatokkal (2-3. táblázat).



Kukorica-, fű- és keverékszilázsokból vettek mintát: a depóból és az etetőasztalról. **A tehenek előtt lévő fűszilázsok spóraszám 10-szerese volt annak, mint amit a depó belsejében mértek.** Továbbá a magas spóraszámokat ott mérték a depókban, ahol aerob romlás volt kimutatható (magas élesztő- és penészszámmal, melegedő anyagban) a felületen, elsősorban a láthatóan romlott részekben (>10<sup>7</sup> spóra/g). Meglepő módon, ezen felmérésben a kukoricaszilázs terheltebb volt, mint a fűszilázs. **A vizsgált holland farmokon a kukoricaszilázzsal bevitt (vajsavtermelő baktériumok által termelt) spórák száma nagyobb volt, mint a fűszilázs okozta terhelés.** Ezen eredmény (Visser, 2007) igazolta a korábban mért adatokat (Jonsson 1989, 1991), ami szerint a *C. tyrobutyricum* képes levegőnek kitett szilázsokban szaporodni és spórát növeszteni. Szintén napjainkban publikálták azon adatokat, miszerint magas *Clostridium* spóraszámot eredményezett kukoricaszilázsban a levegő és a felületen bekövetkező aerob romlás (Borreani és Tabacco 2008, 2010).



Hogyan szaporodhat egy feltétlen anaerob *C. tyrobutyricum* aerob körülmények között? Ez ellentmondás. A mikrobiális ökoszisztémák azonban az aerob és az anaerob rétegek határán megtalálhatják az életfeltételeiket. Az aerob romlásnak induló rétegben a tejsav-bontó élesztőgombák elkezdnek szaporodni, a kémhatás pedig emelkedik. Mivel a gombák csak lassan szaporodnak, ezért az oxigén elég mélyen be tud hatolni a szilázsba. Amint azonban az élesztőszám emelkedésnek indul, az oxigén fogyni kezd és az alsóbb rétegek újra oxigénhiányosak lesznek (Muck és Pitt, 1994). Így az oxigénhiányos környezet és a magasabb kémhatás a felszín közelében is kialakulhat, ami már nem gátolja a *C. tyrobutyricum* vagy más *Clostridium* fajok szaporodását. Ezáltal a kukoricaszilázs is veszélyeztetett lehet, nemcsak a lucerna vagy a fűszilázs.



**2. TÁBLÁZAT BONTATLAN KUKORICA-, FŰ- ÉS KEVERÉKSZILÁZSOKBAN MÉRT CLOSTRIDIUM SPÓRASZÁM ÉS A TEHÉN ELŐTT (AZ ETETŐASZTALON) LÉVŐ SZILÁZSOKBAN MÉRT CLOSTRIDIUM SPÓRASZÁM HOLLAND TEHÉNÉSZETI TELEPEKEN (VISSERS ÉS MTSAI, 2007, DRIEHUIS, NEM PUBLIKÁLT, 2002-2005)**

	Mintaszám	Átlagos konc. log <sub>10</sub> spóra/g	A minták eloszlása különböző fertőzöttségi szint mellett spóra/g eredeti anyag			
			<10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
Bontatlan fűszilázs	460	3,2	48%	32%	15%	5%
Bontatlan kukoricaszilázs	197	2,7	79%	21%	0,5%	0%
Szilázs keverék az etetőasztalon	122	4,2	17%	24%	<b>41%</b>	<b>18%</b>

A kukorica és a fűszilázs keverékét az istállóban adták a teheneknek

**3. TÁBLÁZAT KUKORICA- ÉS FŰSZILÁZS DEPÓK MAGJÁBAN, FELÜLETÉN ÉS LÁTHATÓAN ROMLOTT RÉSZEIN MÉRT CLOSTRIDIUM SPÓRASZÁM 22 HOLLAND TEHÉNÉSZETI TELEPEN (VISSERS ÉS MTSAI 2007, VISSER ÉS DRIEHUIS, NEM PUBLIKÁLT)**

	Mintaszám	Átlagos konc. log <sub>10</sub> spóra/g	A minták eloszlása különböző fertőzöttségi szint mellett spóra/g eredeti anyag			
			<10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
<b>Fűszilázs</b>			%			
mag	22	3,0	50	41	9	0
felületi réteg	22	3,1	64	23	9	5
láthatóan romlott	14	3,9	21	29	29	21
<b>Kukoricaszilázs</b>						
mag	21	3,0	62	19	14	5
felületi réteg	21	3,6	43	24	14	19
láthatóan romlott	15	5,5	7	13	13	<b>67</b>

Készülve a tavaszi szezonra, ne felejtjük el, ami kis hibának tűnik a betakarítási munkák során, nagy problémát okozhat az év további részében.