



HARC A CLOSTRIDIUMOK ELLEN

Dr. Orosz Szilvia
 ÁTE, Takarmányozástani és
 Klinikai Dietetikai Tanszék
 Állattenyésztési
 Teljesítményvizsgáló Kft.

Miért veszélyes a Clostridium a szilázsokban?

A (nem patogén) Clostridium fajok nemcsak a cukrokat, hanem a fehérjéket és aminosavakat is bontják. Ennek következménye a nyersfehérje hasznosulásának romlása, az ammónia képződése, a biogén aminok (hisztamin, putreszcin, kadaverin) keletkezése, a csökkenő takarmányfelvétel, a romló tejtermelési eredmények és a nagyobb szárazanyag-vesztés. A szilázsban jelentkező erős vajsavszag

szinte mindig Clostridium-aktivitásra utal, és egyben a fehérjebomlás egyik legjobb gyakorlati jelzője.

Különösen veszélyeztetettek:

- a lucernaszenázsok,
- a nedves, korai betakarítású gabona- és fűszilázsok,
- a nagy pufferkapacitású fehérjedús takarmányok.



Hogyan indul meg a fehérjebomlás?

Amikor a silózás kezdetén túl nedves a takarmány, kevés a cukor, lassú a pH-csökkenés és földszennyezés kerül a silóba, akkor a tejsavbaktériumok helyett a Clostridiumok kerülnek előnybe. Ezek a baktériumok a fehérjét aminosavakká, majd ammóniává és különböző bomlástermékeké alakítják. A folyamat során a takarmány tápláléértéke jelentősen romlik.

A silózás első 48–72 órája kritikus. Ebben az időszakban dől el, hogy tejsavas fermentáció alakul ki vagy vajsavas fermentáció indul meg. A Clostridiumok nem kedvelik az alacsony pH-t. Minél gyorsabban éri

el a szilázs a kritikus pH-tartományt, annál kisebb az esély a fehérjebomlásra. **A gyakorlatban a sikeres fermentáció sokkal inkább a sebességről szól, mint a végső pH-ról.**

A jól konzervált fehérje nagyobb mértékű bendőbeli fehérjehasznosulást tesz lehetővé, javítja a mikrobiális fehérjeszintézist, csökkenti a nitrogénvesztést, javíthatja a takarmányértékesítést. A rosszul erjedt, vajsavas szilázs ezzel szemben gyakran csökkenti a szárazanyag-felvételt, ami közvetlenül visszahat a tejtermelésre.

Milyen laborparaméterek jelzik a Clostridium-kártételt?

A magas pH és a magas ammónia-N tartalom együttesen szinte mindig jelentős fehérjebomlást jelez. A szilázsvizsgálatok során az alábbi értékekre kell figyelni:

pH:

- Lucernaszilázs: <4,8
- Fűszilázs: <4,5
- Kukoricaszilázs: <4,0

Ammónia-N (% összes N):

- <8% kiváló
- 8–12% elfogadható
- 12% fokozott fehérjebomlás
- 15% súlyos a clostridiumos erjedés gyanúja

Vajsav

- 0% ideális
- 0,1% figyelmeztető
- 0,5% súlyos probléma

A fehérjebomlás elleni védekezés 5 legfontosabb eleme

1. Megfelelő szárazanyag-tartalom

A Clostridiumok különösen kedvelik a nedves környezetet. A 30% alatti szárazanyag-tartalom jelentősen növeli a kockázatot. Ezért ez a legfontosabb tényező.

Takarmány	Minimális szárazanyag
Lucernaszilázs	35%
Korai betakarítású gabona- és fűszilázs	30%
Kukoricaszilázs	32–35%

2. Gyors pH-csökkentés

A kutatások szerint a Clostridiumok elleni leghatékonyabb védekezés a pH gyors csökkentése 4,5 alá. Ehhez szükséges elegendő cukor, megfelelő tömörítés, gyors légmentes lezárás, hatékony tejsavbaktérium-oltás. A gyors pH-csökkenés megállítja a fehérjebontó baktériumok szaporodását. A cél az oxigén gyors eltávolítása. A késlekedés minden órája növeli a veszteséget.

3. A földszennyezés minimalizálása

A Clostridium-spórák fő forrása a talaj. Az üzemi betakarítás során nagyobb és gyakoribb problémát okoz a földszennyezés, mint az alacsony szárazanyag-tartalom.

Kockázati tényezők:

- túl alacsony tarlómagasság,
- szennyezés a rendelkezés során,
- sár- és trágyamaradvány a feltolólapon a tömörítőtraktorok kerekein.

4. Elegendő erjeszthető cukor biztosítása

A lucerna esetében a cukortartalom gyakran alacsony. Ilyenkor lassabb a tejsavas erjedés, lassabb a pH-esés, nagyobb a Clostridium-kockázat. Több kutatás szerint cukorkiegészítés vagy megfelelő homofermentatív tejsavbaktérium-oltás jelentősen javíthatja a helyzetet.

5. Céltott baktériumkultúrák alkalmazása

A korszerű silóoltók feladata nemcsak a fermentáció gyorsítása, hanem a Clostridiumok visszaszorítása.



Ezek gyors savképzéssel csökkentik a fehérjebomlás veszélyét. A Clostridium elleni védekezés valójában nem baktériumirtás. A cél az, hogy a tejsavbaktériumok olyan gyorsan vegyék át az uralmat a fermentáció felett, hogy a Clostridiumoknak ne maradjon lehetőségük elszaporodni. **A gyors tejsavas fermentáció az egyik leghatékonyabb biológiai eszköz a fehérjebomlás, az ammóniaképződés és a vajsavas erjedés megelőzésére.**

Különösen eredményesnek bizonyult három új törzs, a Lactobacillus paracasei DSM 16245, a Lactiplantibacillus plantarum DSM 34271 és a Lactococcus Lactis DSM 34262 (Weidenholzer és mtsai, 2025) a Clostridiumok elleni harcban. A különleges az, hogy ezen baktériumok nem indirekt módon gátolják a Clostridiumokat, hanem közvetlenül. Az újonnan felfedezett Lacticaseibacillus huelsenbergensis közvetett módon, a pH-csökkenés által gátolja a Clostridiumok szaporodását.

A Clostridiumok által termelt „hullamérgek” mennyiségének csökkentése

A Halle-i Egyetemen Zeyner professzor kísérletében kimutatta, hogy a megfelelő adalékanyaggal nem csak az erjedés minősége javítható, de a mérgező anyagok mennyisége is csökkenthető. Az alapanyag perje volt, kifejezetten rossz időjárási körülmények között betakarítva. A szárazanyag-tartalom 27,7%

volt, a hamu pedig 12,5% szá. Az oltóanyagban homofermentatív tejsavtermelő baktériumok voltak: *Lactococcus paracasei* (DSM 16245), *Lactococcus Lactis* (NCIMB 30160) és *Pediococcus acidilactici* (DSM 16243) (BS Forte).

1. táblázat Egy silózási adalékanyag hatása a biogén aminok mennyiségére vizes és földes fűszilázsban (BS Forte)

	Kontroll	Kezelt
Putreszcin („rothadás”)	1,10	0,98
Kadaverin („hullaszag”)	1,57	1,44
Feniletilamin	0,79	0,71
Tiramin	1,98	1,12*
Összes biogén amin	5,45	4,25*
GABA (gamma amino-vajsav)	12,07	11,29

*szignifikáns eltérés ($p < 0,01$)

Mi az üzenet gyakorló szakember számára?

A Clostridiumok elleni védekezés valójában a fehérje megőrzéséről szól. A siker kulcsa nem elsősorban a silótérben, hanem a betakarításkor dől el.

A legfontosabb tényezők:

1. a megfelelő fonnyasztás,
2. a tiszta takarmány,

3. az elegendő cukor,
4. a gyors tömörítés és lezárás,
5. a hatékony tejsavbaktérium-oltás.

Ha a pH gyorsan 4,5 alá csökken, a Clostridiumok nem tudnak elszaporodni, a fehérje megőrződik, az ammóniaképződés minimális marad, és jelentősen javul a szilázs takarmányozási értéke.





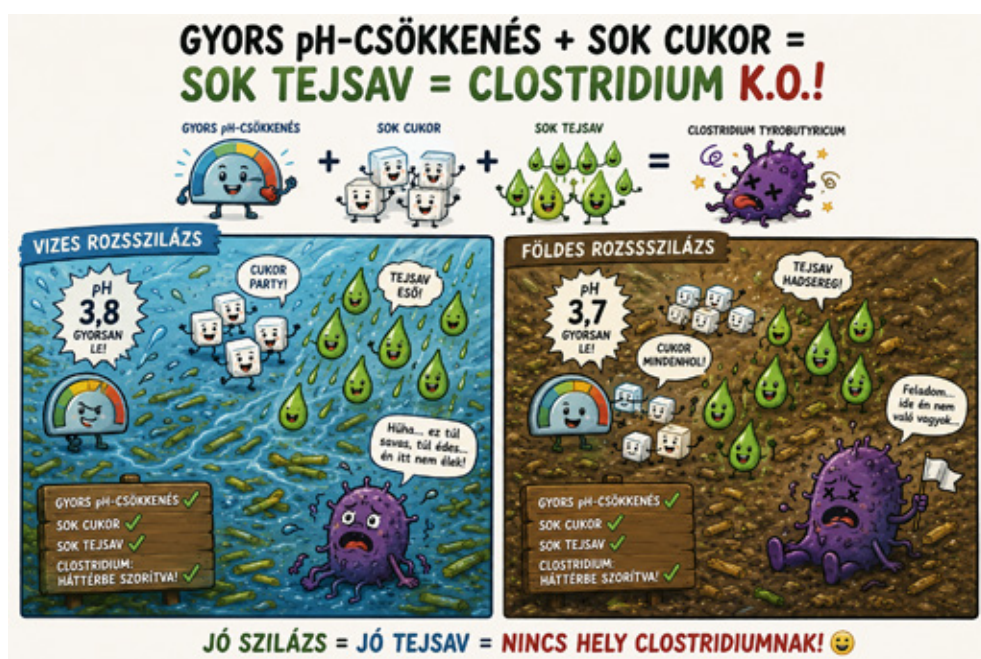
Biológiai „Fegyver” a Clostridiumok ellen?

Indirekt Gátlás

A BOKU Szimpóziumon (2010) bemutatott Kramer és munkatársai által végzett vizsgálat egyik legfontosabb kérdése az volt, hogyan lehet csökkenteni a szilázsokban jelentkező vajsavas erjedést, és ezáltal megőrizni a takarmány fehérjeértékét. A kutatás különösen aktuális a nagy fehérjetartalmú lucerna-, a vizes füvek és korai betakarítású gabonafélék esetében, amikor a vajsavas erjedés komoly minőségi veszteséget okozhat.

A szerzők hangsúlyozzák, hogy a Clostridiumok által termelt ammónia és biogén aminok nemcsak a takarmány minőségét rontják, hanem növelhetik a tehének anyagforgalmi terhelését is. A fölösleges ammóniát a májnak karbamiddá kell alakítania, ami többletenergiát igényel és fokozhatja az anyagforgalmi problémák kockázatát.

Dr. Orosz Szilvia
ÁTE, Takarmányozástani és
Klinikai Dietetikai Tanszék
Állattenyésztési
Teljesítményvizsgáló Kft.



A kísérlet körülményei

A kutatásban három különböző, állandó gyeptől származó fűmintát vizsgáltak. Az alapanyagok szárazanyag-tartalma 25–36% között mozgott, vagyis a vajsavas erjedés szempontjából kockázatos tartományba estek. Minden mintából két változat készült: kezeletlen kontroll és tejsavbaktérium-keve- réssel kezelt változat. Az alkalmazott baktérium-

készítmény (Bonsilage Forte) három homofermen- tatív tejsavbaktériumot tartalmazott: *Lactobacillus paracasei*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactococcus lactis*. Az oltási csíraszám $2,5 \times 10^5$ cfu/g fű volt. A 6,5 literes modellsilókat 90 napig tárolták, majd vizsgál- ták az erjedést.

A kísérlet legfontosabb eredményei

Gyorsabb savanyodás: A baktériumkezelés hatására a szilázsok pH-ja jelentősen csökkent. A kontroll minták átlagos pH-ja 5,3 volt, míg az oltott szilázsoké 4,0. Ez rendkívül fontos különbség, mivel a *Clostridium*ok fejlődése alacsony pH-n jelentősen gátolt.

Jelentősen több tejsav: Az oltott szilázsokban átlagosan négyszer több tejsav képződött. A kontroll minták tejsavtartalma átlagosan 2,0 g/100 g száraz- anyag volt, míg az oltott szilázsokban 8,6 g/100 g szárazanyag. Ez bizonyítja, hogy a baktériumkultúra gyorsan és hatékonyan irányította a fermentációt a kívánt tejsavas irányba.

A vajsavas erjedés visszaszorítása – indirekt hatás: A *Clostridium*-aktivitás egyik legjobb mutatója a vajsav. A kontroll szilázsok átlagosan 2,5 g/100 g szárazanyag vajsavat tartalmaztak, míg a kezelt szilázsokban ez az érték mindössze 0,2 g/100 g volt. A csökkenés több mint 90%-os. Ez gyakorlati szempontból azt jelenti, hogy a

baktériumkezelés szinte teljesen megakadályozta a vajsavas erjedés kialakulását – *indirekt módon, azaz a hatékony erjedés segítségével.*

Kevesebb fehérjebomlás: A fehérjebomlás legfon- tosabb mutatója az ammónia-N. A kontroll szilázsok ammónia-N értéke 6,1–13,7 g/100 g összes nitrogén volt, míg a kezelt szilázsokban 5,4–6,5 g/100 g közé csökkent az érték. Ez azt mutatja, hogy az oltott szilázsokban a fehérjék lényegesen nagyobb arány- ban maradtak meg eredeti formájukban.

Kevesebb Clostridiumspóra: A baktériumkezelés jelentősen csökkentette a *Clostridium*spórák számát. **A kontroll minták átlagosan 6,1 log cfu/g koncent- rációban tartalmaztak Clostridium-spórákat, míg az oltott szilázsokban ez az érték 3,9 log cfu/g volt.** Ez több nagyságrendnyi különbséget jelent a fertő- zési nyomásban!

Összefoglalás

A vizsgálat eredményei alapján tehát különösen indokolt a tejsavbaktérium-oltás:

- 35% alatti szárazanyag-tartalmú tömegtakar- mányok esetében, különösen lucerna, korai gabona és fűfélék silózasakor,
- csapadékos időjárás után betakarított takar- mányoknál,
- földszennyezés veszélye esetén,
- nagy fehérjetartalmú alapanyagok esetében.

A baktériumoltás azonban nem helyettesíti a jó silózási gyakorlatot. Továbbra is alapvető a megfelelő fonnasztás, a gyors betárolás, a tömörítés és a légmentes lezárás. A kutatás legfontosabb üzenete, hogy a gyors tejsavas fermentáció a leghatékonyabb hozzáadott érték a *Clostridium*ok által okozott fehérjebomlás megelőzésére.





Biológiai „fegyver” a Clostridiumok ellen?

Direkt gátlás

A közelmúltban Floridában szervezett silózási konferencián bemutatásra került egy munka a Lactosan kutatási program részeként (Weidenholzer és mtsai, 2025). A nyilvánosan elérhető konferenciaanyag

alapján a vizsgálat közvetlen célja annak bizonyítása volt, hogy a **Lactiplantibacillus plantarum** és a **Lactococcus lactis** kombinációja képes-e gátolni a Clostridiumok fejlődését vizes szilázsokban.

Dr. Orosz Szilvia
ÁTE, Takarmányozástani és
Klinikai Dietetikai Tanszék
Állattenyésztési
Teljesítményvizsgáló Kft.



A kutatás fő hipotézise

A szerzők abból indultak ki, hogy a *Clostridium*ok visszaszorításának leghatékonyabb módja nem közvetlen baktériumellenes kezelés, hanem a fermentáció gyors irányítása a tejsavas erjedés felé (indirekt gátlás). A két baktérium szerepe azonban eltérő:

- ***Lactococcus lactis*** (homofermentatív baktérium) rendkívül gyorsan indul szaporodásnak a silózás első óráiban. A *Lactococcus lactis* DSM 34262 pedig egy új, a *Clostridium*okkal szemben még hatékonyabb törzs!
- ***Lactiplantibacillus plantarum*** (homofermentatív baktérium): a *Lactiplantibacillus plantarum* később veszi át a domináns szerepet, és nagy mennyiségű tejsavat termel. Feladata nagy mennyiségű tejsav előállítása, a pH további csökkentése, a fermentáció stabilizálása, a nemkívánatos mikroorganizmusok visszaszorítása. A faj a világ legelterjedtebben alkalmazott silóoltó baktériumai közé tartozik. A *Lactiplantibacillus plantarum* DSM 34271 azonban egy új törzs, ami direkt *Clostridium*gátló hatással is rendelkezik!

A két faj kombinációja ezért gyorsabb pH-esést eredményezhet, mint az egyes törzsek önálló alkalmazása vagy a természetes mikroflóra, továbbá egyéb kedvező hatások is igazolhatóak (direkt *Clostridium*-gátlás).



Gyors pH-csökkentés: A *Lactococcus lactis* és a *Lactiplantibacillus* fajok gyorsan tejsavat termelnek. Ennek következtében a pH rövid idő alatt 4,0–4,5 közé csökken, a *Clostridium*ok szaporodása lelassul

vagy leáll, a spórák csírázása gátlódik, csökken a vajsavtermelés, mérséklődik a fehérjebomlás.

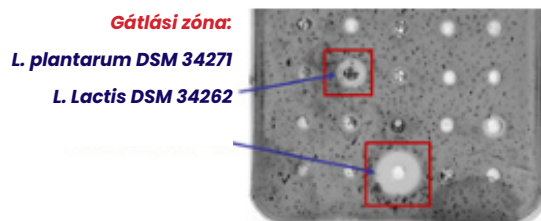
Tápálóanyag-konkurencia: A *Lactococcus lactis* és *Lactiplantibacillus* fajok gyorsan felhasználják az erjeszthető cukrokat, így a *Clostridium*ok számára kevesebb szubsztrát marad.

Antimikrobiális anyagok termelése – direkt gátlás ÚJDONSÁG!: Számos *Lactiplantibacillus* törzs szerves savakat, bakteriocineket, egyéb antimikrobiális metabolitokat termel, amelyek közvetlenül is gátolhatják a nemkívánatos baktériumokat (agaron tesztelve). A *Lactococcus lactis* számos törzse nízinszerű vegyületeket termel, amelyek közvetlenül is gátolhatják a Gram+ baktériumokat, köztük bizonyos *Clostridium* fajokat. A ***Lactococcus Lactic* DSM 34262** rendkívül hatékony a *Clostridium*ok direkt gátlásában (agaron tesztelve).

A vizsgálat során történt egy mérés agar táptalajon *Clostridium tyrobutyricum*mal szemben. A két kiválasztott tejsavbaktérium egyértelmű gátlási zónát mutatott (1. ábra), de a ***Lactococcus lactis* DSM 34262** hatékonyabban gátolta a vizsgált ***C. tyrobutyricum*** tesztörzset, mint a ***L. plantarum* DSM 34271**.

1. ábra Inhibíciós (gátló hatás) zóna nagysága

	Halo (mm)
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> DSM 34271	1,5
<i>Lactococcus lactis</i> DSM 34262	5,0



A **bakteriocin** olyan fehérje vagy peptid természetű anyag, amelyet egyes baktériumok termelnek azért, hogy gátoljanak vagy elpusztítsanak más baktériumokat. Tulajdonképpen a baktériumok „fegyverei” a versenytársaikkal szemben. A bakteriocinok általában csak bizonyos baktériumfajok ellen hatékonyak (nem olyan széles spektrumúak, mint sok antibiotikum). Természetes eredetűek. Egyeseket az élelmiszeriparban tartósításra használnak. Többségük fehérjeként az emésztőrendszerben lebomlik.



A **nizin** egy természetes eredetű antimikrobiális anyag, bakteriocin, amelyet bizonyos tejsavbaktériumok termelnek (főként a *Lactococcus lactis*). Az élelmiszeriparban tartósítószerként használják, mert gátolja számos Gram+ baktérium szaporodását. Gyakran alkalmazzák sajtokban, tejtermékekben, konzervekben és egyes feldolgozott élelmiszerekben. Segít megelőzni a romlást és bizonyos élelmiszer-eredetű fertőzéseket. Az emberi emésztőrendszerben fehérjeként lebomlik, ezért a megengedett mennyiségben biztonságosnak tekintik. Élelmiszer-adalékanyagként **E234** jelöléssel szerepel.

A jelenlegi szakirodalom alapján a **Lactiplantibacillus plantarum** továbbra is az egyik legfontosabb biológiai eszköz a Clostridiumok elleni védekezésben, de a hatás nagymértékben függ a szárazanyag-tartalomtól, a cukortartalomtól, a takarmány pufferkapacitásától és a törzsválasztástól. A legjobb eredményeket általában több baktériumtörzs kombinációjával érhetjük el (**Lactiplantibacillus + Lactococcus**), mert ezek együtt gyorsabb és stabilabb fermentációt biztosítanak.

A megfelelő baktériumkombináció alkalmazásával:

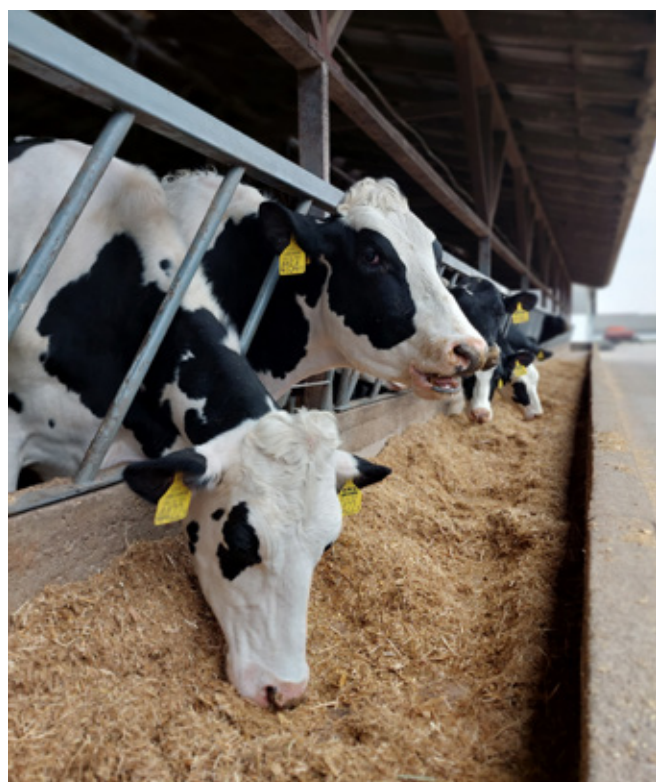
- gyorsabb pH-csökkenés érhető el,
- csökken a vajsav mennyisége,
- mérséklődik az ammóniaképződés,

- több valódi fehérje marad a szilázsban,
- javul a takarmány ízletessége,
- nőhet a szárazanyag-felvétel,
- csökken az anyagforgalmi terhelés.

A cél nem pusztán a vajsavas erjedés csökkentése, hanem a valódi fehérje megőrzése és az ammónia-N szint alacsonyan tartása. A legnagyobb előny általában a fehérje megőrzésében jelentkezik, ami különösen fontos a magas fehérjetartalmú



Mely takarmányoknál lehet a legnagyobb jelentősége?

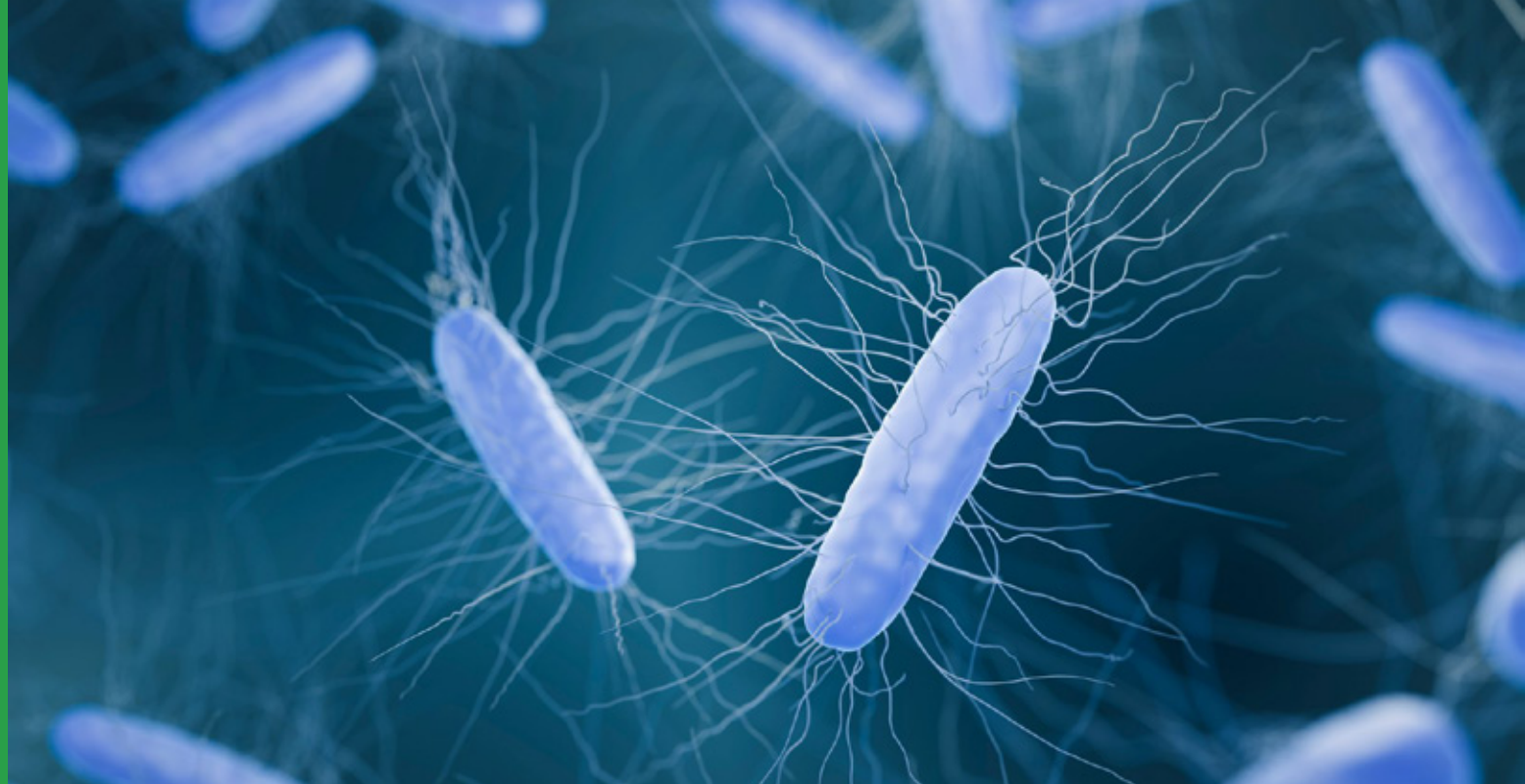


A Weidenholzer-csoport munkájának legfontosabb üzenete, hogy a *Lactiplantibacillus plantarum* + *Lactococcus lactis* kombináció különösen előnyös lehet:

- lucernaszilázsokban,
- vizes fű- és gabonaszilázsokban,
- alacsony cukortartalmú növények esetén,
- földszennyeződés esetében,
- magas Clostridium-kockázatú évjáratokban.

Kukoricaszilázsban a probléma általában kisebb jelentőségű, mivel a magasabb cukortartalom természetes módon kedvez a tejsavas fermentációnak. A baktériumoltás önmagában azonban nem csodaszer. A sikerhez továbbra is szükséges: megfelelő fonnyasztás, a tiszta betakarítás, a minimális földszennyezés, a gyors tömörítés, a légmentes lezárás. Ha ezek a feltételek nem teljesülnek, a legjobb baktériumkultúra sem képes teljes mértékben megakadályozni a Clostridiumok elszaporodását.





Biológiai „fegyver” a Clostridiumok ellen?

GYAKORLATI TAPASZTALATOK

Az üzemi gyakorlat mutatja meg egy hatóanyag vagy termékcsopori hatékonyságát. Jómagam nem voltam bizonyos abban, hogy a tavaszi betakarítású vizes és földes szilázsok esetében elegendő-e egy biológiai oltóanyag használata. Jobban bíztam a skandinávok jól bevált kémiai konzerválószereiben. Az alább látható eredmények azonban engem is megleptek.



Dr. Orosz Szilvia
ÁTE, Takarmányozástani és
Klinikai Dietetikai Tanszék
Állattenyésztési
Teljesítményvizsgáló Kft.

A tejsavbaktériumok indirekt Clostridiumgátló hatását ismerjük régről, de az újabb, korszerű törzsek direkt Clostridiumgátlása egy új szín a palettán. A **nizint** és a többi **bakteriocint a hasznos baktériumok termelik és „fegyverként” használják versenytársaikkal szemben. Például a Clostridiumok gátlására.**

Az alábbi alapanyagok rendkívül kritikus és kockázatos erjedésűek, mivel alacsony szárazanyag-tartalmuk mellé jelentős földszennyeződés társul. Ezen alapanyagokból készült szilázsokat normál körülmények között nem szabadna etetni. Az olyan oltóanyagok azonban, melyek hatékonyan gátolják a vajsavas erjedést, etethető minőséget eredményezhetnek még az ilyen szennyezet, vizes alapanyagokból is. Hazai és külföldi példákön mutatom be a kedvező hatást. Az oltóanyagok az alábbiak voltak:

- BS Forte: *Lactobacillus paracasei* (DSM 16245), *Lactococcus lactis* (NCIMB 30160) *Pediococcus acidilactici* (DSM 16243)
- BS Forte 2.0: *Lactobacillus paracasei* (DSM 16245), *Lactococcus lactis* (DSM34262 - új), *Lactiplantibacillus plantarum* (DSM 34271- új) és *Lactobacillus huelsenbergensis* (DSM 115424 -új).



1. táblázat Két biológiai silózási adalékanyag hatása az erjedés minőségére vizes és földes szilázsokban (BS Forte és BS Forte 2.0)

	Alföld 2023 (Hajdú-Bihar megye)	Közép-Mo. 2023 (Pest megye)	Svájc	Németország	Németország 2026
	rozs- szilázs	rozs- szilázs	fű- szilázs	fű- szilázs	fű- szilázs
	BS Forte	BS Forte	BS Forte	BS Forte	BS Forte 2.0
Szárazanyag	205	202	167!	260	181!
Hamu	137	106	186!	157	122
Nyersfehérje	145	164	204	217	179
Nyersrost	341	311	184	189	239
Erjedési paraméterek (szárazanyagra vetítve)					
pH	4,27	3,98	4,29	4,18	4,02
Tejsav	82	93	70	119	128
Ecetsav	53	25	33	33	30
Vajsav	<0,2	<0,2	5	<0,2	<0,2
Ammónia-N (összN%)	15,2	10,4	8,4	8,9	9,1

A baktériumkultúrák alkalmazása önmagában nem jelent teljes körű megoldást. Az eredményes erjedéshez továbbra is elengedhetetlen a megfelelő fonnyasztás, a földszennyeződés minimálisra csökkentése, a gyors és alapos tömörítés, valamint a légmentes lezárás.

Amennyiben ezek a feltételek nem biztosítottak, még a legkorszerűbb baktériumkultúrák sem képesek teljes mértékben megakadályozni a *Clostridium*-fajok elszaporodását.

