**Siláže přehled: patogeny v silážích a možnosti snížení jejich hladiny přídavkem silážních aditiv**

**Silage review: foodborne pathogens in silage and their mitigation by silage additives**

Queiroz, OCM, Ogunade, IM, Weinberg, Z, Adesogan, AT. 2018. Silage review: foodborne pathogens in silage and their mitigation by silage additives. J Dairy Sci. 101(5):4132–4142.

**Dostupné z:** https://doi.org/10.3168/jds.2017-13901

Siláže tvoří hlavní část krmné dávky skotu. Při posuzování kvality se bohužel nezohledňuje riziko zdravotní závadnosti, obsah patogenů a toxinů. Přenos patogenů do pícnin je možný už na poli, které je hnojeno kejdou. Hospodářská zvířata ve střevech mají řadu patogenních mikroorganismů. Nejběžnější škodlivé mikroorganismy vyskytující se v silážích jsou *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus*, *Salmonella*, *Clostridium*. Některá komerčně používaná silážní aditiva mají schopnost potlačit rozvoj této nežádoucí mikroflóry a snížit tak následně její rozšíření na farmách.

Enterobakterie jsou gramnegativní fakultativně anaerobní bakterie. Epifytní *Erwinia herbicola* *Rahnella aquitilis* jsou nejrozšířenější druhy, které můžeme najít v čerstvé píci. Z hlediska substrátu jsou enterobkterie konkurentem laktobacilů. Dekarboxylací a deaminací štěpí aminokyseliny, produktem mohou být i biogenní aminy. Kontaminace *Escherichia coli* O157:H7 v pícninách a silážích pochází často z kejdy. Přes 30% krav má ve střevech tento mikroorganismus produkující Shiga toxin způsobující průjmová onemocnění a hemolyticko-uremický syndrom. Patogen je ze silážované hmoty odstraněn až při poklesu pH na 5-4. Antimikrobiálně působí i samotné organické kyseliny vznikající při fermentačních procesech. V případě vojtěškové siláže, která má vyšší pufrační kapacitu než kukuřičná, je vhodné k zajištění rychlého poklesu pH přidat inokulanty *Lactobacillus plantarum* nebo *L. buchneri*. Významnou roli také hraje nastolení anaerobních podmínek v siláži, neboť oxidačním štěpením kyselin dochází k nárůstu pH a patogeny se mohou opět množit. Studie dokládají, že pro ochranu siláží před *Escherichia coli* O157:H7 je třeba udržet pH pod hodnotou 4 během skladování siláže i odběru. Inokulanty zajišťují rychlý pokles pH, ale jsou producentem také baktericinů. Tyto peptidy jsou pro patogeny toxické a brání jejich množení. Například *Lactobacillus lactis* produkuje nisin, snižující produkci butyrátu a amoniaku klostridiemi.

Listerie jsou grampozitivní fakultativně anaerobní bakterie způsobující řadu vážných onemocnění; meningitidu, encefalitidu, gastroenteritidu, mastitidu. *Listeria monocytogenes*, nejrozšířenější zástupce, je tolerantní k nízkým teplotám, aktivitě vody a širokému rozpětí pH, některé studie dokládají aktivitu i při pH 4. Ochranou před jejím množením je absence kyslíku. Patogeny se vyskytují častěji v balíkových silážích, neboť pH zde není tak nízké a kyslík není dokonale odstraněn. Často k tomu přispívá i nedostatečný počet obalových vrstev. *Listeria monocytogenes* může přecházet i do mléka, a pokud mléko nebo výrobky z něj nebudou ošetřeny pasterací, je následně ohroženo i zdraví konzumentů. Snížit riziko výskytu patogenu v senážích je možné použitím inokulantů například *L. plantarum.* Také bakteriociny (nisin, pediocin) jsou velmi účinné proti listeriím. U travních senáží vyloučení patogenů zajišťuje synergický efekt snížení pH za použití inokulantů a bakteriocinů; za několik dní je siláž prostá listerií.

*Bacillus* je gram-pozitivní aerobní nebo fakultativně aerobní sporulující bakterie, jejíž endospory přežívají pasterační teploty, dokonce i var. Množení těchto mikroorganismů umožňuje přítomnost kyslíku. Při silážování do vaků a balíků rozvoji pomáhají i vysoké letní teploty. Ohroženíy bývají stěny silážních jam nebo místa u obalových vrstev v důsledku penetrace kyslíku. Ke kontaminaci mléka dochází sporami bakterie *Bacillus cereus*. Mikroorganismy přechází z krmiva do trávicího traktu, odtud do mléka. Přežitím pasteračních teplot snižují trvanlivost mléka a výrobků z něj. Toxiny produkované těmito bakteriemi způsobují zažívací a střevní potíže. Rozvoji mikroorganismů rodu *Bacillus* se dá úspěšně zamezit použitím inokulantů konkurenčních homofermentativních laktobacilů. Množení nežádoucích bacilů potlačují také bakteriocin produkující inokulanty. Další možností jsou aditivní látky, jako benzoáty a sorbáty. Kyselina benzoová a sorbová v nedisociované formě mají bakteriocidní účinky, přičemž efektivněji působí sorbová v důsledku vyšší disociační konstanty.

*Clostridium* spp. Jsou gram-pozitivní aerobní sporulující bakterie. Množí se nejčastěji v senážích z jetele a vojtěšky silážovaných do balíků. Do hmoty pronikají půdní kontaminací. V silážích se častěji vyskytují sacharolytické klostridie fermentující cukry a kyselinu mléčnou než druhy štěpící aminokyseliny. Sacharolytickým rozkladem vzniká kyselina máselná, která má antifugální účinky, ohrožuje však zdraví zvířat rozvojem ketóz. Štěpením laktátu dochází ke snížení pH fermentované silážní hmoty, čímž se zlepší podmínky pro proteolytické klostridie. Zvýší se nejen koncentrace amoniaku v siláži, ale mohou vznikat biogenní aminy jako je putrescin, kadaverin, histamin, tyramin, glukosamin. Výsledkem je snížení příjemu krmiva a následně růstu zvířat. Histamin snižuje motilitu bachorových mikroorganismů. U zvířat nastávají vážné zdravotní problémy včetně enteritid. Existují i případy botulismu po zkrmení siláží, kde pH bylo vyšší než 5,3. Toxické jsou pro klostridie produkující botulotoxin dusitany a nízké pH pod 4,5. Pokud se silážuje porost s nízkým obsahem nitrátů (trávy, celé obilniny) je vhodné k silážované hmotě přidat inokulanty pro rychlý pokles pH. K inhibici je možné použít chemikálie benzoát, propionát a nitrát sodný.

*Salmonella* je gram-negativní fakultativně aerobní bakterie. Nejčastější *Salmonella enterica* způsobuje u zvířat průjmy, dehydrataci, horečky. Kontaminace pochází daleko více z nářadí, infikovaných lidí a zvířat než z krmiva. Do siláží se mohou patogeny přenést prostřednictvím nakažené zavlažovací vody nebo statkového hnojiva. Pokud je proces silážovaní správně řízený a zajistí se rychlý pokles pH pod 4, nedojde k rozvoji bakterií. U senáží s nízkým poklesem pH a vyšší sušinou je důležitá dostatečná doba silážování. Silážní inokulanty a kyselina propionová mohou zastavit růst salmonel, studiemi zatím není tato možnost potvrzena.

Ke kontaminaci siláží patogeny může dojít před naskladněním silážované hmoty, během silážování, ale i při otevření sila.

Pro inhibici klostridií a enterobakterií je třeba dodržet následující opatření:

1. Silážovat pícniny s vysokým poměrem vodorozpustných sacharidů ku pufrační kapacitě
2. Sklízet píci s optimální sušinou, případně nechat zavadnout na sušinu 35% u trav, 45% u leguminóz
3. Dostatečně nařezat hmotu ale se zajištěním dostatku efektivní vlákniny
4. Rychle hmotu naskladnit do sil nebo do vaků
5. Udusat hmotu na hustotu 240 kg DM/m3
6. Zakrytím zajistit anaerobní podmínky
7. Aditiva je vhodné použít u hmoty s vysokou pufrační kapacitou, nízkou koncentrací vodorozpustných sacharidů nebo vysokou vlhkostí. Užívají se chemická činidla a inokulanty

Kvasinky, plísně, enterobakterie a listerie, které přežily anaerobní podmínky, se rychle množí při otevření siláže, když se oxidačními procesy zvyšuje pH. Pro posílení aerobní stability platí:

1. Konstrukce sila by měla mít co nejmenší plochu čela pro odběr
2. Provádět rovný řez při odběru pro snížení kontaktní plochy s kyslíkem
3. Odebírat jen takové množství, které bude zkrmeno
4. Aerobní stabilitu zvýší konzervanty (propionová, sorbová, benzoová kyselina), dále pak činností heterofermentativních inokulantů (*L. buchneri*) vznikají kyseliny octová, propionová s antibakteriálními a antifugálními účinky
5. Antioxidanty, selen, vyvazovače mykotoxinů snižují riziko zhoršení kvality siláží. *Lactobacillus buchneri* jako inokulant je prevencí syntézy aflatoxinů

**Zpracoval:** Ing. Luboš Zábranský, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, zabransky@zf.jcu.cz