

LUCERNA SILÓZÁSA BIOLÓGIAI TARTÓSÍTÓSZEREKKEL

RIGÓ ESZTER – ZSÉDELY ESZTER – TÓTH TAMÁS – SCHMIDT JÁNOS

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők három, kereskedelmi forgalomban beszerezhető, enzimentartalmú harmadik generációs biológiai tartósítószer (Goldzym, Bactozym, Lalsil PS) hatékonyságát vizsgálták enyhén, 30% szárazanyag-tartalomig előfonnyasztott lucernával végzett erjedésdinamikai kísérlet keretében. Pozitív kontrollként 1% hidrolizált kukoricával és baktériumos oltással készített szilázs szolgált.

A kísérleti eredmények arra utalnak, hogy a vizsgált biológiai tartósítószeresek nem voltak kielégítő hatékonyságúak, a velük előállított szilázs a fontos erjedési paraméterek (pH, tejsav-, illózsírsav- és NH_3 -tartalom) tekintetében nem jobb szignifikánsan a kezelés nélküli kontroll szilázsnál, de szignifikánsan gyengébb minőségűek a szénhidrát kiegészítéssel előállított szilázshoz képest. A vizsgált tartósítószeresek közül csak két készítmény (Goldzym, Bactozym) esetében találtak cellulóz lebomlást, a Lalsil PS enzimkomplexe csak hemicellulózt bontott le érdemi mennyiségben. A silóban bekövetkező energiavesztés egy szénhidrát kiegészítéssel készült szilázsban volt legkisebb.

SUMMARY

Rigó E. – Zsédely E. – Tóth T. – Schmidt J.: EFFECT OF DIFFERENT BIOLOGICAL PRESERVATIVES ON THE QUALITY OF ALFALFA SILAGE

The aim of this study is to evaluate the effect of supplementing three commercial biological preservatives (Goldzym, Bactozym and Lalsil PS) on the fermentation parameters of alfalfa silage. Alfalfa plants were cut and quickly wilted to 30 DM%. In our trial, alfalfa was also treated with inoculant (10^5 CFU/g alfalfa) and 1.0% hydrolyzed corn meal, as a positive control. The main fermentation parameters (i.e., pH, lactic-, volatile fatty acid and NH_3 content) of the Goldzym, Bactozym and Lalsil PS treated alfalfa silage were significantly poorer than those for hydrolyzed corn meal and inoculant combination treated silage. No significant differences were found among commercial preservatives (Goldzym, Bactozym and Lalsil PS) and control groups. Compared to the control, the cellulose degradation increased when Goldzym and/or Bactozym were added to the alfalfa. It was also found that enzyme content of Lalsil PS only increased hemicellulose degradation. Moreover, energy loss was the smallest in the carbohydrate treated group.

A kísérleti munkát az NKTH (00958/2005) támogatta

BEVEZETÉS

A szálatakarmányok alapvető jelentőségűek a kérődzők takarmányozásában, ami többek között a bendőműködésre gyakorolt kedvező hatásukkal áll összefüggésben. A lucerna esetében ehhez az előnyös hatáshoz az állatok fehérjeellátásában betöltött szerepe is társul. Éghajlati adottságaink, valamint a félmonodiétás takarmányozási módszer elterjedése következtében a lucerna nagyobb hányadát tartósított formában használják fel az üzemekben. Annak ellenére, hogy a széna-készítés gépi technológiája sokat fejlődött az elmúlt másfél évtizedben, a széna-készítés veszteségei – elsősorban az eljárás időjáráshoz kötöttsége következtében – még napjainkban is tekintélyesek. Ugyanakkor a lucerna erjesztéssel történő tartósítása sem egyszerű feladat, amit kis erjeszthető szénhidráttartalma és nagy pufferkapacitása magyaráz. Az elmúlt években számos eljárást dolgoztak ki a silózási veszteségének csökkentésére. Ezek túlnyomó része valamilyen vegyszer (szervetlen savak, szerves savak, illetve azok sói, formalin, nitrát, nitrit, kéndioxid, vagy valamelyik sója stb.) segítségével javította a lucerna erjedőképességét. A különböző vegyszerek iránt világszerte növekvő idegenkedés vezetett el a biológiai tartósítók kifejlesztéséhez. Az első biológiai tartósítók csak liofilezett tejsavtermelő baktériumkultúrát (egyes készítmények a baktériumkultúra revitalizációját segítő vitaminokat is) tartalmaztak, ami behatárolta alkalmazhatóságukat a zöldtakarmányok silózásakor, ugyanis önmagukban csak olyan növények erjesztéséhez használhatók fel jó eredménnyel, amelyek legalább 3% vízzoldható szénhidrátot tartalmaznak (Honig és Pahlow, 1986). A lucerna nem ilyen növény, ezért belőle egyedül baktériumos oltással csak akkor lehet jó minőségű silázst előállítani, ha a silózást megelőzően 33–35% szárazanyag-tartalomig fonnyasztjuk. Napjainkban a biológiai tartósítók harmadik generációja áll fejlesztés alatt, sőt számos ilyen készítmény van már kereskedelmi forgalomban hazánkban is. Ezekben a tartósítókban a liofilezett tejsavtermelő baktériumkultúra mellett sejtfalbontó enzimek – némelyekben a keményítőt bontó amiláz is – található, amelyek feladata, hogy a növényi sejtfalban található cellulóznak és hemicellulóznak, valamint a növények keményítőjének lebontásával állítsák elő a tejsavtermelő baktériumok számára szükséges erjeszthető szénhidrát mennyiséget.

Tekintettel arra, hogy a harmadik generációs biológiai tartósítók a kísérletek egy részében nem voltak kielégítő hatékonyságúak és az üzemi tapasztalatok is változóak velük, egy kísérlet keretében azt vizsgáltuk, hogy a hazánkban beszerezhető harmadik generációs tartósítókkal milyen minőségű silázst állítható elő egy közepes mértékben fonnyasztott zöldlucernából.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Silózási kísérletek

A kísérletet 28,6% szárazanyag-tartalomig előfonnyasztott lucernával erjedés-dinamikai modellkísérletként állítottuk be. A modell silók 850 ml űrtartalmúak voltak, amelyekbe 400–430 g zöldlucernát lehet besilózni. Minden kezelés anyagából 25 modell silót töltöttünk meg, amelyek közül az erjesztés 3., 7., 15., 30. és

120. napján, kezelésként 5–5-öt felbontottunk és megállapítottuk a szilázs pH-értékét, tejsav-, illózsírsav-, alkohol- és NH_3 -tartalmát. Az utolsó bontási napon (120. nap) megállapítottuk az erjedés során bekövetkező súlyvesztiséget, továbbá a szárazanyag-, valamint az energiavesztiséget is. A silózás céljára felhasznált zöldlucerna kémiai összetételét az 1. táblázat mutatja be:

1. táblázat
A silózásra használt zöldlucerna kémiai összetétele
(g/kg)

Szárazanyag (1)	285,5
Nyersfehérje (2)	56,2
Nyerszsír (3)	5,2
Nyersrost (4)	81,8
Nyershamu (5)	27,2
N-mentes kiv. anyag (6)	115,1

Table 1: Chemical composition of alfalfa used in silageing (g/kg)
dry matter (1); crude protein (2); ether extract (3); crude fiber (5); N free extr. (6)

A kísérleti kezelések a következők voltak:

1. kontroll, 2. baktériumos oltás + 1,0% hidrolizált kukorica kiegészítés, 3. Goldzym kiegészítés, 4. Bactozym kiegészítés, 5. Lalsil PS kiegészítés.

A baktériumos oltáshoz felhasznált készítmény *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus buchneri*, *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermani* baktériumtörzsekből állt, az oltási élőtelepszám (CFU) 10^5 /g zöldlucerna volt.

A Goldzym biológiai tartósítószer baktériumkultúrájában a *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus casei* és *Pediococcus pentosaceus* baktérium törzsek mellett celluláz és hemicelluláz enzimeket is tartalmazott. Az oltási élőtelepszám $1,5 \times 10^5$ /g zöldlucerna volt. A készítmény enzimaktivitása 0,17 IU.

A Bactozym baktériumkultúrája ugyanazokból a baktériumtörzsekből áll, mint a Goldzymé, enzimgarnitúrája azonban a celluláz és a hemicelluláz mellett még glükózoxidázt is tartalmaz. A készítmény enzimaktivitása 0,22 IU. A CFU szám a Bactozym esetében is $1,5 \times 10^5$ /g zöldlucerna.

A Lalsil PS ugyancsak harmadik generációs tartósítószer, azaz a baktériumkultúra (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*) mellett cellulázt és hemicellulázt tartalmazó enzimkomplex is található benne. A javasolt adag (10 g/t) felhasználásakor a CFU szám $2,5 \times 10^5$ /g zöldlucerna. A készítmény deklarált enzimaktivitása: 10.000 CMC/g.

A kísérletekhez szükséges hidrolizált kukoricát a kukorica keményítőjének enzim hidrolízisével állítottuk elő. A hidrolízist azonban nem *in situ*, azaz nem a silóban, hanem a silózást megelőzően, szabályozott körülmények (hőmérséklet, pH) között végeztük el, majd a hidrolizált kukoricát megszáritottuk és ilyen formában adagoltuk a silózásra kerülő lucernához. A hidrolízist α -amilázzal (BAN 480) és amiloglukozidázzal (Spirizyme) végeztük (mindkét készítmény NOVO Nordisk A/S,

Dánia) két egymást követő szakaszban. Azért van erre szükség, mert a két enzim hőmérséklet, pH, valamint hidrolízis idő igénye jelentősen eltér egymástól (α -amiláz: 5,6-6,0 pH, 80 °C, 20 perc, amiloglükozidáz: 4,5 pH, 60 °C, 20 óra). A dózis mindkét enzim esetében 1 g/kg keményítő. Minthogy a keményítő lebontásának hatékonyságát a közeg szárazanyag-tartalma is befolyásolja, a kukorica szárazanyag-tartalmát 30%-ra állítottuk be a hidrolízis során. Ilyen szárazanyag-tartalom esetén a kukorica keményítőjének 89%-át tudtuk lebontani. A szárazanyag-tartalmat 30% alá csökkentve a hidrolízis hatásfoka ugyan javul, de egyúttal növekszik a hidrolizált kukorica szárításához szükséges energia mennyisége is. A felhasznált kukorica keményítőtartalma 65,7% volt, amelynek 89,4%-át sikerült lebontanunk, így a szárított hidrolizált kukorica 587,3 g/kg vízdoldható szénhidrátot tartalmazott.

Kémiai vizsgálatok módszere

A silózásra kerülő lucerna szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu, NDF, ADF és ADL tartalmát a Magyar Takarmánykódexben (2004) javasolt módszerekkel állapítottuk meg.

A szilázsminták tejsav-, illózsírsav-, valamint alkoholtartalmát Biotronik 2000 típusú HPLC berendezéssel vizsgáltuk (Wissenschaftliche Geräte GmbH, Germany, Maintal 1.). Az oszlop típusa Bio-Rad Aminex® HPX-874, mérete 300 mm $\times$ 7,8 mm volt. Az elválasztás hőmérséklete 45 °C. Eluens: 0,005M H₂SO₄. Pumpa: átfolyás 0,85 ml/min., nyomás 77 kg/cm².

A szilázsminták NH₃-tartalmát OP-264/2 típusú ammóniaérzékeny elektróddal (Radelkis, Hungary, Budapest) mértük.

A hidrolizált kukorica, valamint a szilázsminták energiatartalmát C-2000 basic IKA típusú bombakaloriméterrel (IKA-WERKE GmbH, Staufen, Germany) vizsgáltuk.

Biometriai analízis

A kísérleti eredmények statisztikai értékelését egytényezős varianciaanalízissel (One-way Anova) az SPSS 12.0 for Windows program (SPSS Inc., Chicago, USA) segítségével végeztük. A választott szignifikancia szint $P < 0,05$ volt.

KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

Az erjedésdinamikai kísérlet eredményei az 2. táblázatban találhatók. Ezek alapján megállapítható, hogy az erjedés a vizsgált biológiai tartósítószeres esetében a kontroll szilázshoz hasonlóan lassan indult be és az erjedés egész ideje alatt vontatottan haladt. Ezt igazolja, hogy a pH az erjesztés 120 napja alatt csak egy vizsgált készítmény, a Bactozym esetében süllyed kismértékben 5,0 alá. Az erjesztés sikere, illetve az erjedési veszteség szempontjából meghatározó első napokban a pH, mind a kontroll szilázsból, mind pedig a harmadik generációs biológiai tartósítószerrel készült kezelésekben a gyors csökkenés helyett enyhén növekedett, vagy legfeljebb stagnált. Ezt elsősorban a tejsavtermelés lassú beindulása magyarázza, ami viszont alapvetően a tejsavtermelő baktériumok nem

2. táblázat

A különböző kezelések hatása a lucerna erjedésére

Paraméter (1)	Erjedési nap (2)	Kontroll (3)	1,0% hidrolizált kukorica kiegészítés + baktériumos oltás (4)	Goldzym	Bactozym	Lalsil PS
pH	3	5,29±0,04 ^b	4,78±0,11 ^a	5,29±0,04 ^b	5,21±0,02 ^c	5,33±0,04 ^b
	7	5,31±0,04 ^{bc}	4,83±0,04 ^a	5,28±0,03 ^b	5,34±0,05 ^c	5,50±0,06 ^d
	15	5,20±0,02 ^b	4,83±0,03 ^a	5,17±0,01 ^b	5,19±0,02 ^b	5,30±0,01 ^c
	30	5,13±0,03 ^b	4,77±0,03 ^a	5,10±0,01 ^c	5,05±0,02 ^d	5,16±0,01 ^e
	130	5,03±0,02 ^b	4,81±0,02 ^a	5,03±0,02 ^b	4,94±0,02 ^c	5,05±0,01 ^b
tejsav* (5)	3	3,19±0,24 ^b	4,48±0,38 ^c	2,73±0,35 ^{ab}	3,05±0,14 ^b	2,42±0,14 ^a
	7	3,26±0,24 ^b	5,11±0,21 ^c	3,29±0,10 ^b	3,40±0,17 ^b	2,70±0,21 ^a
	15	3,85±0,10 ^b	5,57±0,10 ^c	3,82±0,21 ^b	3,89±0,14 ^b	3,22±0,07 ^a
	30	3,68±0,21 ^{ab}	5,67±0,10 ^d	3,99±0,17 ^{bc}	4,06±0,07 ^c	3,36±0,10 ^a
	130	4,34±0,07 ^b	5,71±0,07 ^c	4,38±0,17 ^b	4,76±0,31 ^b	3,68±0,21 ^a
ecetsav* (6)	3	2,10±0,14 ^b	1,61±0,14 ^a	1,89±0,28 ^{bc}	1,96±0,10 ^b	1,72±0,17 ^{ac}
	7	2,77±0,17 ^b	2,03±0,03 ^a	2,31±0,03 ^c	2,66±0,10 ^b	2,38±0,14 ^c
	15	3,19±0,10 ^b	2,66±0,03 ^a	2,98±0,07 ^b	3,12±0,10 ^b	3,01±0,07 ^b
	30	3,64±0,24 ^b	3,05±0,07 ^a	3,57±0,14 ^{bc}	3,40±0,07 ^{cd}	3,36±0,07 ^d
	130	4,41±0,07 ^b	4,03±0,07 ^a	4,27±0,10 ^c	4,38±0,10 ^b	4,20±0,07 ^c
propionsav* (7)	3	ny	–	–	–	–
	7	ny	–	–	ny	ny
	15	0,10±0,03	ny	0,07±0,03	0,03±0,00	ny
	30	0,14±0,03 ^a	0,07±0,03 ^a	0,14±0,00 ^a	0,07±0,03 ^a	0,10±0,00 ^a
	130	0,21±0,00 ^{ab}	0,28±0,03 ^b	0,21±0,03 ^a	0,21±0,00 ^{ab}	0,21±0,03 ^a
i-vajsav* (8)	3	0,14±0,00 ^b	0,10±0,00 ^a	0,10±0,00 ^{ab}	0,10±0,03 ^{ab}	0,14±0,03 ^{ab}
	7	0,14±0,00 ^b	0,10±0,00 ^a	0,14±0,03 ^{ab}	0,14±0,00 ^b	0,14±0,00 ^b
	15	0,14±0,00 ^a	0,14±0,00 ^a	0,10±0,00 ^a	0,14±0,00 ^a	0,14±0,00 ^a
	30	0,07±0,03 ^a	0,10±0,00 ^a	0,10±0,03 ^a	0,14±0,03 ^{ab}	0,14±0,00 ^b
	130	0,16±0,05 ^a	0,12±0,03 ^a	0,12±0,04 ^a	0,16±0,05 ^{ab}	0,16±0,03 ^b
NH ₃ ** mg%	3	0,67±0,05 ^{bc}	0,51±0,10 ^a	0,76±0,08 ^b	0,60±0,14 ^{ac}	0,55±0,02 ^a
	7	1,36±0,12 ^b	0,91±0,06 ^a	1,17±0,04 ^c	1,14±0,12 ^c	1,18±0,11 ^c
	15	2,03±0,08 ^b	1,61±0,15 ^a	2,20±0,10 ^c	1,81±0,09 ^d	2,09±0,03 ^c
	30	2,23±0,10 ^b	1,76±0,07 ^a	2,16±0,20 ^{ab}	2,11±0,04 ^b	2,04±0,13 ^{ab}
	130	3,26±0,04 ^b	2,73±0,11 ^a	3,46±0,16 ^b	3,34±0,07 ^b	3,30±0,04 ^b
alkohol*(9) %	3	0,52±0,00 ^{abc}	0,59±0,03 ^b	0,49±0,07 ^a	0,52±0,03 ^{ac}	0,56±0,07 ^{bc}
	7	0,56±0,03 ^{ab}	0,59±0,07 ^{ab}	0,52±0,03 ^a	0,56±0,03 ^{ab}	0,59±0,03 ^b
	15	0,73±0,03 ^{bd}	0,59±0,03 ^a	0,63±0,03 ^{ac}	0,66±0,03 ^{cd}	0,70±0,03 ^d
	30	0,84±0,07 ^b	0,70±0,03 ^a	0,73±0,03 ^a	0,73±0,07 ^a	0,84±0,03 ^b
	130	1,30±0,10 ^b	0,80±0,03 ^a	1,08±0,03 ^c	1,15±0,03 ^c	1,12±0,07 ^c

a,b,c,d: a különböző betűvel jelölt értékek vízszintesen, bontási naponként szignifikánsan (minimum $P<0,05$) eltérnek egymástól (10); ny=nyomokban (11); * a szárazanyag %-ában; ** a nyersfehérje %-ában

Table 2.: Effect of different treatments on the fermentation parameters of alfalfa parameter (1), days of fermentation (2), control (3), 1% hydrolyzed corn meal+inoculation (4), lactic acid (5), acetic acid (6), propionic acid (7), i-butyric acid (8), alcohol (9), different superscripts within the same row indicate significant differences ($P<0.05$) (10), traces (11) % of dry matter, **% of crude protein

kielégítő erjeszthető szénhidrát ellátására vezethető vissza. Ez utóbbi feltételezést igazolja, hogy amikor a lucernát a baktériumos oltás mellett 1% hidrolizált kukoricával egészítettük ki, a szilázs az erjesztés 3. napján relatíve 49, a 7. napon 57%-kal több tejsavat tartalmazott a kontroll szilázshoz képest. A vizsgált harmadik generációs biológiai tartósítószer átlagához képest a tejsav többlet az említett két napon átlagosan 72, illetve 73% volt. A különbség az erjesztés további szakaszában a szénhidrát kiegészítéssel készült szilázs, valamint a többi kezelés tejsavtartalma között ugyan mérséklődött, a többlet azonban még a 120. napon is 19,8 (Bactozym) és 55,2% (Lalsil PS) között alakult. A kialakult jelentős különbségeket szignifikánsnak találtuk. A szénhidrát kiegészítéssel készült szilázs nagyobb tejsavtartalma következtében a pH-ja is alacsonyabb a többi kezeléshez képest, és ezek a különbségek is szignifikánsak.

A hidrozilált kukorica kiegészítés nemcsak a tejsav-, hanem a szilázs ecetsavtartalma tekintetében is jobb minőséget eredményezett, ami az ecetsavtartalom csökkenésében nyilvánult meg. A szénhidrát kiegészítés, a többi kezeléshez képest, az erjesztés teljes időszaka alatt szignifikánsan csökkentette az ecetsavtartalmat, amely a szilázs etethetősége szempontjából fontos. Ennek növekedése ugyanis csökkenti az állatok szilázsfogyasztását. A különböző kezelésekből megállapított tejsav–ecetsav arány a 3. táblázatban látható.

3. táblázat

Tejsav:ecetsav arány a különböző kezelésekből

	Tejsav (3)	Ecetsav (4)
	részarány, % (5)	
Kontroll (1)	49,6	50,4
1,0% hidrolizált kukorica+baktériumos oltás (2)	60,8	39,2
Goldzym	50,6	49,4
Baktozym	52,1	47,9
Lalsil PS	46,7	53,3

Table 3.: Ratio of lactic ad acetic acids per treatmentsd

control (1); 1% of hydrozilated corn meal + inoculation (2); lactic acid (3); acetic acid (4); ratio (5)

A szilázsok propionsavtartalmában nem alakultak ki jellemző különbségek a kezelések között. Ez arra utal, hogy abban az oltó kultúrában található propionsavtermelő baktériumfaj (*Propionibacterium freudenreichii* sp. *shermanii*), amellyel a hidrolizált kukorica kiegészítéssel együtt a lucernát kezeltük, nem szaporodott ki-elegendő mértékben.

A minták alkoholtartalma valamennyi kezelésben fokozatosan növekedett az erjedés során. A baktériumos oltással kombinált szénhidrát kiegészítéssel készített szilázs tartalmazta a legkevesebb alkoholt, ami az erjedés 120. napján szignifikánsan kisebb volt a többi szilázshoz képest.

Jelentős, az erjesztés végére szignifikáns különbségek alakultak ki a baktériumos oltással kombinált hidrolizált kukorica kiegészítéssel előállított, valamint a többi szilázs NH₃-tartalma között. Minthogy ez az ammónia fehérjebomlásból származik, ez egyúttal nagyobb fehérjevesztést is jelent.

A vizsgált enzimetartalmú, harmadik generációs biológiai tartósítószernek lényegében a kontroll szilázssal azonos minőségű, illetve egy-egy paraméter tekintetében a kontrollnál gyengébb minőségű szilázst eredményeztek. Közülük az erjedési paraméterek szempontjából legjobb a Bactozymmal, a leggyengébb minőségű pedig a Lalsil PS-sel készült szilázs volt.

Az oltókultúra mellett enzimeket – elsősorban a növényi sejtfalat bontókat – is tartalmazó harmadik generációs biológiai tartósítószerrel végzett kísérletekben ez idáig ellentmondó eredmények születtek, ugyanis a kedvező kísérleti eredmények mellett (Knabe és mtsai, 1991; Sheperd és mtsai, 1995; Rodrigues és mtsai, 2001; B. Kissné és Bana, 2002) sikertelen kísérletek is ismertek az irodalomban (White és mtsai, 1990; Campbell és mtsai, 1990; Fredeen és McQueen, 1993; Kozelov és mtsai, 2008), de nem egységesek az enzimetartalmú tartósítószerrel a gyakorlatban szerzett tapasztalatok sem (Kung és mtsai, 2003). A kedvezőtlen tapasztalatok arra utalnak, hogy a sejtfalbontó enzimek nem minden esetben tudnak annyi nyersrostot lebontani, amennyi elegendő erjeszthető szénhidrátot biztosítana a tejsavtermelő baktériumok számára. Ennek nagy valószínűséggel egyik oka a különböző mikroszervezetekből (mikrogombákból) kinyert enzimmészítmények eltérő összetételében és különböző aktivitásában keresendő. John (1991) azt hangsúlyozza, hogy érdemi nyersrost lebontásra csak olyan készítmény esetében számíthatunk, amelynek jelentős az enzimaktivitása, illetve amelynek enzimkomplexében megfelelő arányban van endoglukanáz, xilanáz, valamint β -glükozidáz. Az eltérő eredmények okai között említik Kung és mtsai (2003), azt a tényt, hogy a sejtfalbontó enzimek optimális működéséhez szükséges 50 °C hőmérséklet, illetve 4,5 körüli pH eltér a silóban uralkodó viszonyoktól. Kung és mtsai (2003), felvetik azt is, hogy azok a körülmények, amelyek között az enzimmészítmények aktivitását mérjük, ugyancsak eltérnek a silóbeli viszonyoktól. Véleményük szerint egyes kereskedelmi készítmények enzimkoncentrációja olyan kicsi, ami eleve megkérdőjelezi azt, hogy az adott készítmény bármilyen kedvező hatást gyakoroljon az erjedésre.

Annak megállapítására, hogy a vizsgált enzimetartalmú biológiai tartósítószernek milyen hatást gyakorolnak a lucerna nyersrostjának összetételére, mértük a lucerna NDF-, ADF- és ADL-tartalmának változását. Az ezzel kapcsolatos kísérleti eredményeket a 4. táblázatban foglaltuk össze. Megállapítható, hogy a nyersrost lebomlására vonatkozó adatok szinkronban vannak az erjedési eredményekkel. Kísérletünkben legkevesebb tejsavat a Lalsil PS tartósítószerrel készült szilázsban találtunk és a kontroll, valamint a hidrolizált kukorica kiegészítéssel készült szilázsokhoz hasonlóan ebben sem tudtunk cellulóz lebomlást megállapítani. Ez arra utal, hogy a Lalsil celluláz enzimkomplexe gyakorlatilag nem működött. A Goldzym és a Bactozym esetében ugyan bomlott le cellulóz, azonban a keletkező erjeszthető szénhidrátmennyiség kevés volt a tejsavtermelés érdemi növekedéséhez.

A Lalsil PS használatakor a hemicellulóznak viszont jelentős része, 21,97%-a bomlott le az erjedés alatt. Az a tény, hogy ez nem járt a tejsavtermelés növekedésével, részben azzal magyarázható, hogy a lucerna kg-ként csak 19–20 g hemicellulózt tartalmaz. Említeni kell azonban az okok között azt is, hogy hemicellulóz lebomlásakor szabaddá váló pentózokból az erjedés során a tejsav mellett ecetsav is keletkezik. Ezzel is magyarázható, hogy a különböző kezelések közül

4. táblázat

A lucerna rostfrakcióinak változása különböző tartósítószerrel történő silózás esetén

Tartósítószer (1)	NDF	ADF	ADL	Cellulóz (2)	Hemi-cellulóz (3)	Lebomlás, % (4)	
	g/kg eredeti anyag (5)					Cellulóz (2)	Hemi-cellulóz (3)
Zöldlucerna (6)	118,26	98,96	19,27	79,69	19,30	–	–
Kontroll (7)	119,31	100,10	21,39	78,71	19,21	1,23	0,47
1% hidrolizált kukorica+baktériumos oltás (8)	120,19	100,46	20,12	80,34	19,73	–	–
Goldzym	112,80	94,73	22,17	72,56	18,07	8,95	6,37
Bactozym	115,89	98,26	21,80	76,46	17,63	4,05	8,65
Lalsil PS	116,27	101,21	22,57	78,64	15,06	1,32	21,97

Table 4.: Effect of different biological preservatives on the fiber degradation of alfalfa preservative (1), cellulose (2), hemicellulose (3), degradation,% (4), g/kg as feed (5), green alfalfa (6), control (7), 1% hydrolyzed corn meal+inoculation (8)

a Lalsil PS biológiai tartósítószerrel készült szilázsban a legszűkebb a tejsav-acet-sav arány. A Goldzym és a Bactozym használatakor kevesebb, a hemicellulóznak csak mintegy 5–7%-a bomlott le.

A kísérletben, a 120. napi silóbontás alkalmával, a súlyvesztés, valamint a szilázs szárazanyag-, illetve energiatartalma alapján megállapítottuk a silóban bekövetkezett veszteséget, amely a légzési-, valamint az erjedési veszteséget foglalja magába (1. ábra). Mint látható, a tartósítószerrel a Goldzym, a Bactozym

1. ábra: A silóban bekövetkező szárazanyag- és energiavesztés a lucerna különböző tartósítószerrel történő silózásakor

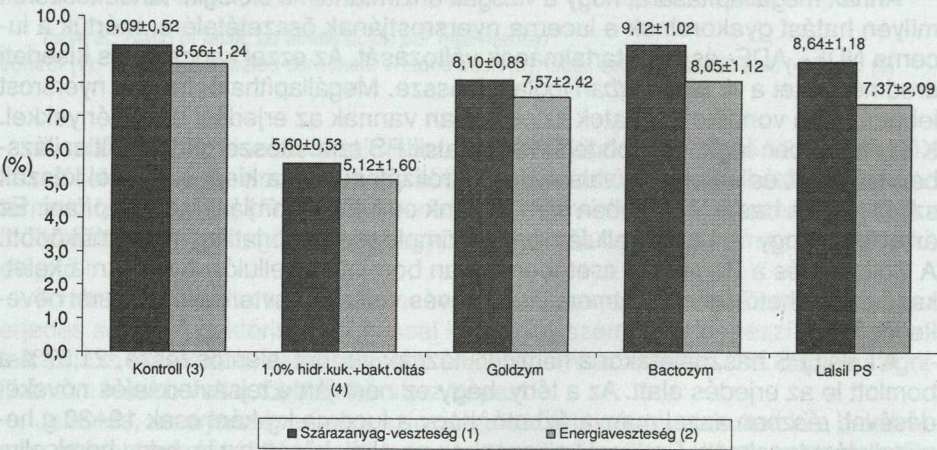


Figure 1.: Energy loss of alfalfa treated with different biological preservatives dry matter loss (1), energy loss (2), control (3), 1% hydrolyzed corn meal+inoculation (4)

és a Lalsil PS a kontroll szilázshoz képest alig valamivel csökkentette a silóban bekövetkező veszteséget. A légzési veszteség tekintetében nem alakulhatott ki érdemi különbség a kezelések között, ugyanis a modellsilók térfogata azonos volt és a megtöltött silók súlyában csak jelentéktelen eltérések voltak, amiből az következik, hogy a silókban a lezárást követően azonos mennyiségű levegő maradt a növényi légzés számára. A kezelések vesztesége közötti különbségek ennek folytán az eltérő minőségű erjedésre vezethetők vissza. A legkisebb veszteséget a baktériumos oltással kombinált hidrolizált kukorica kiegészítéssel készült szilázs esetében mértük. Ez azzal áll összefüggésben, hogy az erjeszthető szénhidrát kiegészítés, és a baktériumos oltás következtében a tejsavtermelő baktériumok rövid idő alatt jutottak uralomra a silóban és a pH gyors csökkentésével nehezítették a káros flóra, elsősorban a coli aerogenes csoport, valamint a fehérjebontó baktériumok működését. Ezt az ennek a szilázsnak a többinél kisebb ecetsav- és NH_3 -tartalma is igazolja. A többi kezelés esetében mindez, az elegendő szénhidrát hiányában, csak később és akkor is vontatottan indulhatott meg.

A kontroll szilázs, valamint az enzimetartalmú biológiai tartósítószerrel készített szilázsok nagy ecetsav hányada, a korábbiakban tárgyalt okok mellett, a vontatottan induló erjedéssel, illetve az ebből következő lassú pH csökkenéssel is indokolható, ugyanis 5,0 feletti pH esetén a coli aerogenes flórát a kompetitív gátlás érvényesülése esetén sem lehet az erjesztésből kiszorítani.

Vizsgálataink eredményei alapján összefoglalóan megállapítható, hogy az enzimetartalmú biológiai tartósítószer hatékonyságának javítása továbbra is fontos kutatási feladat. A legfontosabb cél az enzimkomplex összetételének és ezáltal aktivitásának a javítása. Ebből a szempontból lényeges, hogy a szóban forgó enzimkomplexnek legyen érdemi endoglukanáz, xilanáz valamint β -glükozidáz aktivitása. Mindezen túl alapvető követelmény az is, hogy az illető tartósítószerben kielégítő legyen az enzimkoncentráció. Enélkül még hatékony enzimkomplex esetében sem számíthatunk jó minőségű szilázusra.

IRODALOM

- B. Kissné Kelemen, G. – Bana, B. (2002): Zöldlucerna silózása enzimetartalmú biológiai tartósítószerrel. Állattenyésztés és Takarmányozás, 51. 6. 635–345.
- Campbell, C. – Taylor, K. – Matsuoka, C. – Marshall, S. – Buchanan-Smith, J.G. (1990): Inoculants and enzymes as additives for lucerne silage with measurements of changes in structural carbohydrates and pectin during the ensiling period. Ninth Silage Conference, Newcastle, Summary of papers, 14–15.
- Fredeen, A.H. – McQueen, R.E. (1993): Effect of enzyme additives on quality of alfalfa/grass silage and dairy cow performance. Canadian J. Anim. Sci., 73, 581–591.
- Honig, H. – Pahlow, G. (1986): Wirkungsweise und Einsatzgrenzen von Silage – Impfkulturen aus Milchsäurebakterien. 2. Mitteilung: Wirkung von Anwelkgrad, Felddauer und Zuckerzusatz auf das Konservierungsergebnis bei Gras. Das Wirtschaftseigene Futter, 32. 205–228.
- John I. (1991): Untersuchungen zum Einsatz von zellwandhydrolyisierenden Enzymen zur Verbesserung der Silierung von Luzerne. Dissertation, Martin-Luther Univ., Halle-Wittenberg
- Knabe, O. – Robowsky, K.-D. – Müller, T.H. – Seyfarth, W. – Fehrmann, F. (1991): Einsatz biologischer Siliermittel zur Grünfuttersilierung. Feldwirtschaft, 32, 2, 74–76.
- Kozelov, L.K. – Iliev, F. – Hristov, A.N. – Zaman, S. – McAllister, T.A. (2008): Effect of fibrolytic enzymes and an inoculant on in vitro degradability and gas production of low-dry matter alfalfa silage. J. Sci. Food and Agr., 88. 14. 2568–2575.

- Kung, L. – Stokes, M.R. – Lin, C.J. (2003): Chapter: Silage Additives. In: Silage Science and Technology. Eds. Buxton, Muck, and Harrison. Am. Soc. of Agr., Madison, WI. 305–360.
- Rodrigues, M.A.M. – Cone, J.W. – Sequeira, C.A. – Mascarenhas-Ferreira, A. (2001): Effect of the addition of cell wall degrading enzymes on fermentation kinetics of perennial ryegrass silage. *J. Agr. Sci.*, 136.4. 443–449.
- Sheperd, A.C. – Maslanka, M. – Quinn, D. – Kung, L. Jr. (1995): Additives containing bacteria and enzymes for alfalfa silage. *J. Dairy Sci.*, 78, 3, 565–572.
- White, J.S. – Bolsen, K.K. – Hart, R.A. (1990): Effect of inoculant and enzyme additives on preservation and nutritive value of alfalfa silage. *J. Anim. Sci.*, 68, Suppl. 1. (Abstr.), 579.

Érkezett: 2010. március

Szerzők címe: Nyugat-magyarországi Egyetem,
Authors' address: Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,
Takarmányozástani Intézeti Tanszék
University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences,
Department of Animal Nutrition
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.