

## A nátrium-benzoát, a kálium-szorbát és a nátrium-nitrit, mint silózási adalékanyag- a korai betakarítású szilázs higiénijáért

Dr. Orosz Szilvia

Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft.

### Forrás

Martin Knicky, Rolf Spörndly (2009): Sodium benzoate, potassium sorbate and sodium nitrite as silage additives. *J Sci Food Agric* 2009; 89: 26592667

<sup>1</sup>Svéd Mezőgazdaság-tudományi Egyetem, Uppsala, Svédország  
E-mail: martin.knicky@huv.slu.se



### Bevezetés

A 17. Nemzetközi Tömegetakarmány-konzerválási konferencián elhangzott plenáris előadáshoz kapcsolódik a jelenlegi cikk. A Humboldt Egyetem kutatója, Kirsten Weiss professzorasszony a vajsav-termelő Clostridiumok és a fehérjebomlás melléktermékeként keletkező biogén aminok káros hatását mutatta be, míg Dr. Horst Auerbach a vizes, földdel szennyezett lucerna vajsavas erjedéséről és a megelőzés lehetőségeiről beszélt. Jelen cikkben svéd kutatási eredményekről olvashatnak. Tehát Nyugat-Európát élénken foglalkoztatja a szilázs higiénijája, ami hatással van nemcsak a tejtermelésre, de a tehén egészségi állapotára, sőt a tej és a tejtermékek minőségére is. A szilázs higiéniját pedig három mikroorganizmus-csoport veszélyezteti leginkább: a Clostridiumok, az élesztőgombák és a penészgombák. A silózási adalékanyagok egy részének speciális feladata: nem a tejsavas erjedést segítik elsősorban, hanem a romlást gátolják (ún. szelektív mikrobagátlók). Tehát klasszikus tartósítószer. Ezen hatóanyagokat élelmiszerek konzerválására is használjuk. Fontos kérdés azonban hogy savakat vagy sókat alkalmazunk. A savak ugyanis rendkívül hatékonyak, de korrozívak, irritálóak, kijuttatásuk nehézkes (és hazai viszonyok között sokszor veszélyes is). Lehetnek-e elég hatékonyak a sók a Clostridiumokkal és a gombákkal szemben? Mivel egyre nagyobb szerepet töltenek be a takarmányadagban a kora tavaszi betakarítású gabonafélék és keverékek, előtérbe kell kerülnie ezen adalékanyag-csoportnak is. A nagy fehérjetartalmú és egyben nagy hozamú alapanyagok betakarítása ugyanis hűvös, gyakran csapadékos, szeszélyes, kora tavaszi időszakban (áprilisban) történik és sok kockázatot rejt. Eddig a költség-hatékony mikrobiális adalékanyagokkal dolgoztunk, mivel más környezeti feltételekhez voltunk szokva: május elején, mikor már hatékonyan tudunk fonnyasztani, ráadásul a kisebb hozamú lucerna gyorsabban szárad, ott elegendőnek tűnt a tejsavtermelő baktériumok keveréke az erjedés irányításához. A sok negatív tapasztalat (és veszteség)

miatt azonban a korai betakarítású rozs-, tritikálé-, fű- és keverékszilázsok esetében más stratégiát kell kialakítanunk a közeljövőben, mind a betakarítás műszaki oldala, mind a tartósítás módja terén. Ehhez nyújt 'újabb adalékot' jelen cikk.

A Clostridiumok (*Clostridium butyricum*, *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium sporogenes*) a felelősek az alacsony szárazanyag-tartalmú szilázsokban a káros erjedési folyamatokért, a bűzös vajsavas erjedésért, a táplálóanyag-veszteségért (például a fehérjebomlásért). Hozzá kell azonban tenni, hogy a spórák a tej minőségét is veszélyeztetik, mivel a gázképződés miatt kemény sajtokat a fertőzött tejből nem lehet készíteni. A nagyobb szárazanyag-tartalmú szilázsok/szenázsok esetében pedig a levegőnek kitett fal stabilitását az élesztő- és penészgombák rontják. A szelektív mikrobagátló adalékok abban segítenek, hogy ezen romlási folyamatokat megelőzzük, javítsuk a szilázs aerob stabilitását és csökkentjük a higiéniai kockázatot (a megbetegedés kockázatát) akkor is, ha a tejsavas erjedési folyamat gátolt. A nátrium-benzoát, a kálium-szorbát és a nátrium-nitrit jól ismert mikrobagátló, élelmiszeripari konzerválószer. Közel 40 éve igazolt, hogy a kálium-szorbát a 3-6 pH tartományban hatékony a spórás baktériumokkal, élesztőkkel és penészekkel szemben (Woolford, 1975). A nátrium-benzoát is hasonló antimikrobális tulajdonságokkal rendelkezik, de magasabb pH-n már korlátozott a hatása. A propionsav és a nátrium-propionát gombaölő hatása szintén régóta jól ismert (Woolford, 1975). A nátrium-nitrit is gátolja a spóráképző baktériumok szaporodását, különösen alacsony kémhatás mellett (Woolford, 1975). A nátrium-nitrit hatását általában keverékek formájában vizsgálták: hexamin, nátrium-benzoát és nátrium propionát kombinációkban (Lingvall és Lattemae, 1999; Lattemae és Lingvall, 1996). A nátrium-nitrit és a hexamin keverék használatának azonban vannak humán és állategészségügyi kérdései is.

Savas közegben ugyanis a hexamin ammóniára és formaldehidre esik szét. A formaldehid pedig számos országban már betiltott, mert rákkeltő hatású. Az is régen dokumentált, hogy a nárium-nitrit (a nitrát lebomlása során keletkezik a friss alapanyagban) nitráttá és nitrogén-oxiddá alakul. Ezen vegyületek gátolják a káros mikroorganizmusokat a szilázsban (Spoelstra, 1983). A nitrát azonban mérgező hatású nagy koncentrációban, ezért adalékanyagok esetében felmerül az állategészségügyi kockázat kérdése (Kemp és mtsai, 1977). Látható, hogy ezen anyagok témakörével már hosszú évtizedekkel ezelőtt elkezdtek foglalkozni, de számos kérdés még mindig aktuális.

Jelen vizsgálat célja kettős volt:

1. a különböző silózási adalékanyagok (nátrium-benzoát, kálium-szorbát és minimális mennyiségű nátrium-nitrit keverékének) hatékonyság-vizsgálata a szilázsok káros mikroflórájával szemben
  - a. alacsony szárazanyag-tartalmú szilázsokban a Clostridiumgátló hatás,
  - b. nagy szárazanyag-tartalmú szilázsokban/szenázsokban az élesztő- és penészgombák gátlása (aerob stabilitás),
2. a nitrát- és a nitritlebomlás sebességének vizsgálata a silózás során, vagyis jelenthet-e állategészségügyi kockázatot a nátrium-nitrit használata.

## Módszerek

A kísérletet 2006-ban végezték Svédországban (Uppsala mellett). A fehérhere és a fű (mezei komócsin és réti csenkesz) keveréke a 3. kaszálásból származott (október 2.!). Az alapanyagot úgy fonnasztották, hogy két különböző szárazanyag-tartományt is tudjanak vizsgálni. A 'vizes' és a 'száraz' alapanyagokat az alábbiak szerint fonnasztották:

- 20-25% szárazanyag-tartalom - 12 órás fonnasztás, 15°C-on, felhős időben, 92%-os páratartalom mellett 6 m/s légmozgás mellett
- 40-45% szárazanyag-tartalom - 48 órás fonnasztás (szárító pajtában)

Az alkalmazott szecsakahossz 5 cm volt. Az alapanyagokat az adalékanyagos kezelés előtt *Clostridium tyrobutyricum* baktériummal fertőzték meg (10<sup>3</sup>/g zöld anyag). A nem kezelt alapanyag, mint negatív kontroll szerepelt a kísérletben. Majd ezt követte a tartósítószeres kezelés (5 liter/tonna zöld anyag). Az adalékanyagok összetétele az 1. táblázatban látható. A vizes alapanyagot 118 kg szá./m<sup>3</sup> tömörséggel, míg a szárazabb alapanyagot 167 kg szá./m<sup>3</sup> tömörséggel taposták be (4,5 literes műanyag csövekbe és külön 1,7 literes befőttes üvegekbe, 3-szoros ismétléssel). A silózást követően 112-119 napig tárolták a műanyag minisilókat.

**1. táblázat** A silózási adalékanyagok összetétele

	Dózis	Hangyasav	Propionsav	Na-formiát	Hexamin (HMTA)	Na-nitrit	Na-propionát	Na-benzoát	K-szorbát
	liter/tonna friss	g/kg friss	g/kg friss	g/kg friss	g/kg friss	g/kg friss	g/kg friss	g/kg friss	g/kg friss
<b>Kontroll</b>	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>PNF*</b>	5	x	x	x	-	-	-	-	-
<b>KU**</b>	5	-	-	-	400	600	250	750	-
<b>A1</b>	5	-	-	-	-	600	250	750	-
<b>A2</b>	5	-	-	-	-	250	-	1000	-
<b>A3</b>	5	-	-	-	-	250	-	-	500
<b>A4</b>	5	-	-	-	-	-	-	1000	500
<b>A5</b>	5	-	-	-	-	250	-	1000	500

\*PNF: Promyr<sup>™</sup> NF az egyes komponensek pontos dózisa nem publikus, \*\*KU Kofasil<sup>®</sup> Ultra

## Eredmények és értékelésük

Az alapanyagok táplálóanyag-tartalma a 2. táblázatban látható.

**2. táblázat** A friss alapanyagok profilja (n=2)

	Sza.	Nyersfehérje	Hamu	Nitrát-N	Nitrit-N	Pufferkapacitás	<i>Clostridium tyrobutyricum</i> (oltás után)
	g/kg	g/kg szá.	g/kg szá.	mg/kg szá.	mg/kg szá.	g tejsav/kg szá.	log CFU/g friss
<b>Vizes füves here keverék</b>	<b>229</b>	144	216	98	13,9	55	2,71
<b>Száraz füves here keverék</b>	<b>464</b>	147	218	119	6,7	55	2,70

Valamennyi adalékanyag csökkentette a vajsav és az ammónia-N mennyiségét a 'vizes' szilázsokban a kontrollhoz képest (3. táblázat). A Clostridium-spórák számát a 'vizes' szilázsokban a KU (Kofasil Ultra), az A1 kezelés (600g Na-nitrit + 250 g Na-propionát + 750 g Na-benzoát) és az A5

kezelés (250 g Na-nitrit + 1000 g Na-benzoát + 500 g K-szorbát) csökkentette statisztikailag igazoltan. A 'száraz' szenázsokban az A1, A2, A5 kezelés csökkentette az élesztőszámot a kontrollhoz viszonyítva (4. táblázat). Az eredmény hasonlóan alakult, mint a KU kezelés esetében.

**3.táblázat** A különböző adalékanyagok hatása a 'vizes' fűveshere erjedésére a 7. és a 119. nap után (n=3)

	Sza.	pH		NH <sup>3</sup> -N*	Tejsav	Ecetsav	Vajsav	Etanol	2,3 butánbiol	Clostrida spóra	Élesztők
		%	7. nap								
Kontroll	208	4,7b	5,3a	189,4a	7,8d	16,5bc	47,1a	7,6a	1,3a	5,7a	<1,7a
<b>KU</b>	<b>229</b>	<b>5,1a</b>	<b>4,4c</b>	<b>47,6d</b>	<b>77,0ad</b>	<b>17,6abc</b>	<b>0,6c</b>	<b>4,4c</b>	<b>&lt;0,4b</b>	<b>2,0cb</b>	<b>&lt;1,7a</b>
PNF	228	4,7b	4,1f	79,8c	67,9c	14,6c	1,4c	2,8d	0,5b	4,1ab	<1,7a
<b>A1</b>	<b>228</b>	<b>4,7b</b>	<b>4,4cd</b>	<b>66,2cd</b>	<b>73,9abc</b>	<b>19,5a</b>	<b>0,9c</b>	<b>2,1e</b>	<b>&lt;0,4b</b>	<b>1,7c</b>	<b>&lt;1,7a</b>
A2	226	4,7b	4,3de	74,4c	76,3ab	18,1ab	2,6c	3,2d	<0,4b	4,3a	<1,7a
A3	223	4,6b	4,4cd	88,1bc	70,8bc	18,9ab	6,6b	2,7d	<0,4b	4,8a	<1,7a
A4	225	4,8b	4,5b	106,8c	67,0c	17,7ab	6,5b	6,4b	<0,4b	3,8abc	<1,7a
<b>A5</b>	<b>226</b>	<b>4,7b</b>	<b>4,3e</b>	<b>75,4c</b>	<b>81,1a</b>	<b>16,0bc</b>	<b>1,5c</b>	<b>2,7d</b>	<b>&lt;0,4b</b>	<b>1,7c</b>	<b>&lt;1,7a</b>
SED	n=224	0,07	0,02	6,91	2,24	0,86	0,75	0,15	0,07	0,66	-
P-érték		<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	ns

\*A hexamin-N és a NaNO<sub>3</sub>-ra korrigálva a KU, A1, A2, A3 és A5 keverékekben  
PNF: Promyr™ NF, KU Kofasil® Ultra, CFU - telepkepző egység, SED az eltérések standard hibája,  
a különböző betűjelek szignifikáns eltérést jeleznek p ≤ 0,05

**4.táblázat** A különböző adalékanyagok hatása a 'száraz' fűveshere erjedésére a 7. és a 119. nap után (n=3)

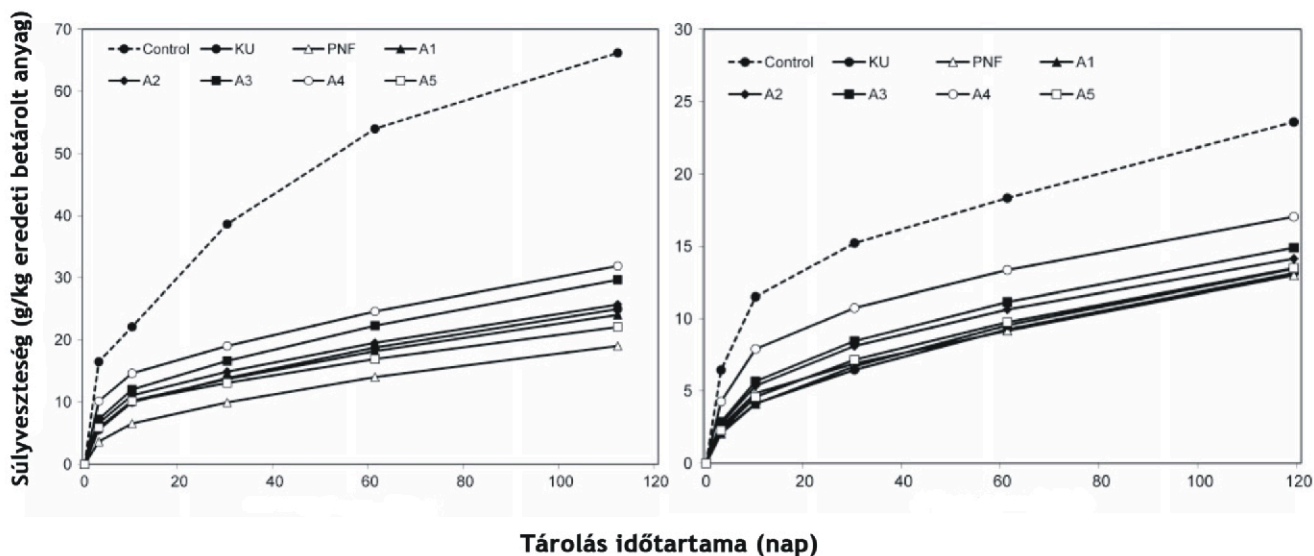
	Sza.	pH		NH <sup>3</sup> -N*	Tejsav	Ecetsav	Vajsav	Etanol	2,3 butánbiol	Clostrida spóra	Élesztők
		%	7. nap								
Kontroll	440	5,7c	4,9d	90,9a	42,9a	5,5a	0,3a	5,1c	2,7a	2,2a	4,7a
KU	445	6,3a	5,1abc	46,2b	34,7b	5,4a	<0,2b	2,0cd	<0,4c	2,6a	<1,7a
PNF	462	5,7c	5,1a	67,2ab	18,5c	3,5c	<0,2b	3,0bc	<0,4c	2,5a	5,0a
<b>A1</b>	<b>466</b>	<b>6,3a</b>	<b>5,1ab</b>	<b>74,0ab</b>	<b>32,8b</b>	<b>4,8b</b>	<b>&lt;0,2b</b>	<b>1,8d</b>	<b>&lt;0,4c</b>	<b>2,6a</b>	<b>&lt;1,7a</b>
<b>A2</b>	<b>466</b>	<b>6,1ab</b>	<b>5,0abc</b>	<b>87,2a</b>	<b>34,7b</b>	<b>4,4b</b>	<b>&lt;0,2b</b>	<b>2,2cd</b>	<b>&lt;0,4c</b>	<b>2,5a</b>	<b>&lt;1,7a</b>
A3	467	5,9bc	4,9cd	88,9a	37,2b	4,7b	<0,2b	2,4cd	<0,4c	2,4a	3,3a
A4	455	5,9bc	5,0bc	73,2ab	36,9b	4,3b	<0,2b	4,0b	0,9b	2,5a	3,0a
<b>A5</b>	<b>442</b>	<b>6,1ab</b>	<b>5,0abc</b>	<b>79,5ab</b>	<b>35,5b</b>	<b>4,5b</b>	<b>&lt;0,2b</b>	<b>2,2cd</b>	<b>&lt;0,4c</b>	<b>2,6a</b>	<b>&lt;1,7a</b>
SED	n=24	0,08	0,03	9,80	1,32	0,14	0,30	0,3	0,08	0,17	1,04
P-érték		0,001	0,001	0,02	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,3	0,02

\*A hexamin-N és a NaNO<sub>3</sub>-ra korrigálva a KU, A1, A2, A3 és A5 keverékekben  
PNF: Promyr™ NF, KU Kofasil® Ultra, CFU - telepkepző egység, SED az eltérések standard hibája,  
a különböző betűjelek szignifikáns eltérést jeleznek p ≤ 0,05

Az 1. ábrán a súlyvesztés alakulása látható (eredeti anyagban kifejezve) a különböző kezelések függvényében. A kis szárazanyag-tartalmú kontroll szilázsban a veszteség mértéke megközelítette a 70%-ot 112 nap alatt. Az alacsony szárazanyag-tartalmú szilázsokban az adalékanyagok mind jelentős mértékben csökkentették a veszteségeket (P < 0.001). A hangyasavat és propionsavat

tartalmazó PNF kezelés volt a legeredményesebb. A nagyobb szárazanyag-tartalmú kontroll szenázsban a veszteség mértéke 20-25% között alakult 112 nap alatt. A kezelések jótékonyan hatottak a súlyvesztésre a kontrollhoz képest (P < 0.001), a kezelések között azonban nem volt igazolható különbség.

**1.ábra** A kezelések hatása a 'vizes' fűveshere-szilázs (bal) és a 'száraz' fűveshere-szenázs (jobb) súlyvesztésére 112 nap alatt



A 'vizes' fűveshere-szilázsok aerob stabilitásában nem volt lényegi különbség, tehát a kezelések nem javították a stabilitást. A 'száraz' kontroll szenázs azonban sokkal

instabilabb volt levegőn, mint a kezelt szenázsok. Tehát a kezelés hatása elsősorban a 'száraz' szenázsokban érvényesült.

**4.táblázat** A különböző adalékanyagok hatása a 'vizes' fűveshere-szilázs (bal) és a 'száraz' fűveshere-szenázs (jobb) aerob stabilitására (a +2°C vagy +5°C elérésig eltelt napok száma, n=3)

	Napok a hőmérséklet-emelkedésig		Max. hőmérséklet (°C)	Maximális hőmérséklet-változás (°C)	Napok a hőmérséklet-emelkedésig		Max. hőmérséklet (°C)	Maximális hőmérséklet-változás (°C)
	+2°C	+5°C			+2°C	+5°C		
	Vizes szilázsok				Száraz szenázsok			
Kontroll	6,2a	6,8a	2,4	2,4	<b>1,8a</b>	<b>3,9a</b>	<b>25,1</b>	<b>7,3</b>
KU	6,6a	6,8a	2,1	2,1	7,5b	7,5a	19,3	1,1
PNF	6,7a	6,8a	2,1	2,1	5,5b	5,8a	21,6	3,6
A1	6,3a	6,8a	2,5	2,5	7,5b	7,5a	19,2	0,8
A2	6,7b	6,8a	2,0	2,0	7,5b	7,5a	18,7	1,0
A3	6,5a	6,8a	2,2	2,2	7,5b	7,5a	18,6	0,8
A4	5,4a	6,8a	2,7	2,7	7,5b	7,5a	18,3	0,9
A5	6,8a	6,8a	1,7	1,7	7,5b	7,5a	18,7	
SED	0,46	-			1,02	1,26		
P-érték	0,2	ns.			0,001	0,1		

PNF: Promyr™ NF, KU Kofasil® Ultra, SED az eltérések standard hibája.  
a különböző betűjelek szignifikáns eltérést jeleznek  $p \leq 0,05$  (a vizes és a száraz alapanyag statisztikai szempontból külön kísérletnek számít)

A 'vizes' szilázsok esetében mind a nitrát-, mind a nitrittartalomban jelentős csökkenés következett be a 7. napig (2. ábra). A legalacsonyabb nitrát-N tartalom a kontroll és az A4-es szilázsokban volt kimutatható 112 nap után. A kontroll és a nitráttal kezelt 'vizes' szilázsok nitrittartalmában nem volt különbség a vizsgálat végén, ami arra utal, hogy biztonságosan használhatjuk 250-600 g/tonna (friss anyag) dózisban a nátrium-nitritet.

A 'száraz' szenázsok egy részében (KU, A1, A2, A3) a nitráttartalom nőtt a tárolás alatt. A kontroll szenázs tartalmazta a legkevesebb nitrát-N-t a tárolás végén! A nitrittartalom (a 'vizes' szilázsokhoz hasonlóan) a

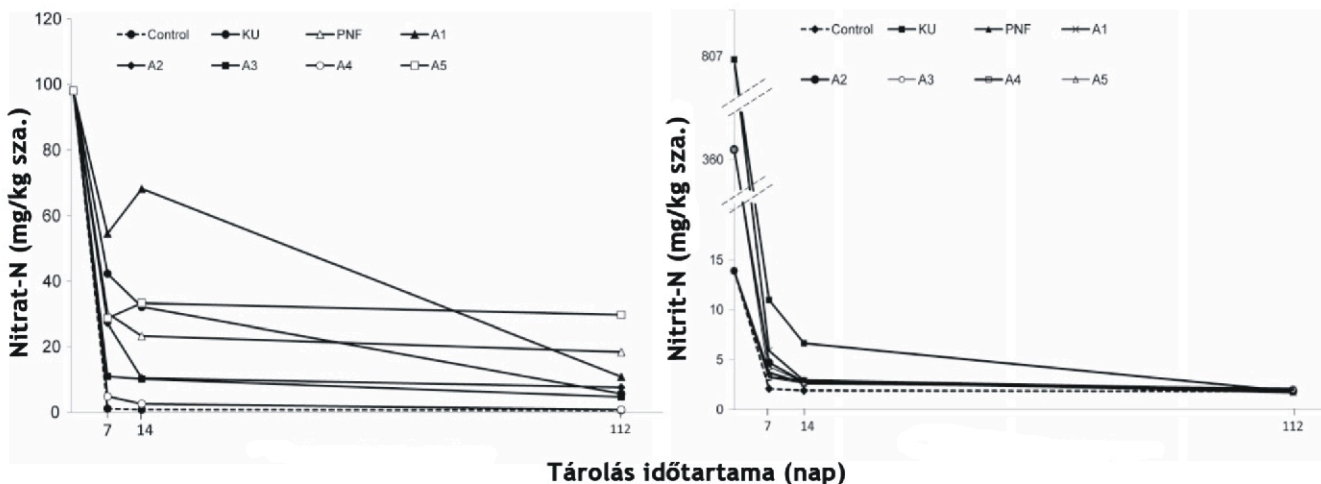
'száraz' szenázsokban is csökkent a tárolás ideje alatt, de a csökkenés lassabb és kisebb mértékű volt, mint a 'vizes' szilázsokban. A kezelt 'száraz' szenázsokban a maradvány nitrit-N hasonló volt a kiindulási alapanyaghoz, de nagyobb, mint a kontroll szenázsban. Sőt, meghaladta a Svédországban hatályos egészségügyi határértéket (15 mg nitrit/kg szá.).

Összességében minden vizsgált szilázsban és szenázsban alacsonyabb volt a nitrát-N tartalom, mint az egészségügyi határérték (határ: 1,2 g/kg szá. nitrát, azaz 1200 mg/kg szá. nitrát).

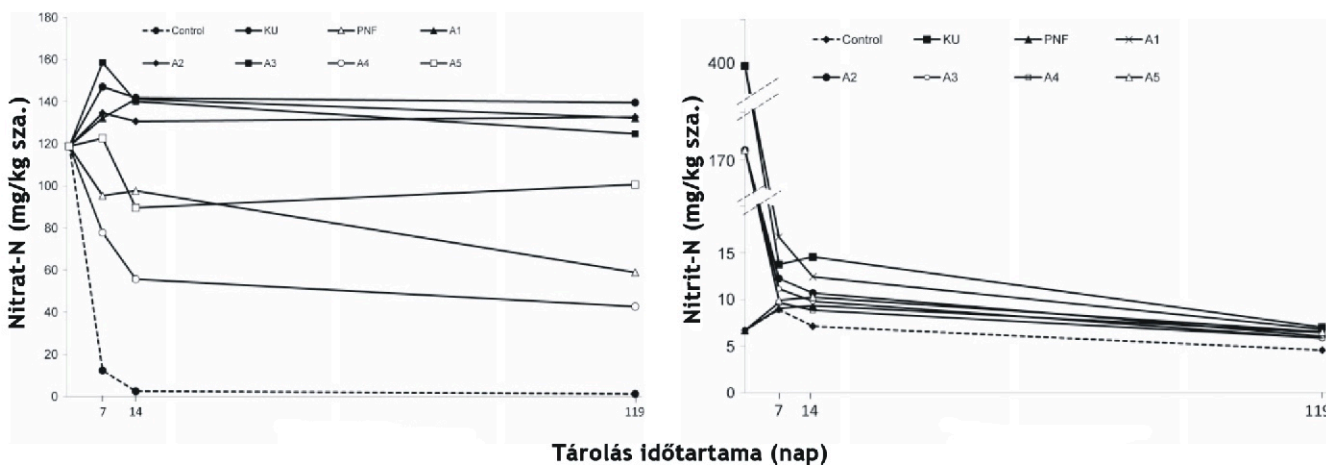
Tehát a nitrát-N tartalom mind a 'vizes', mind a 'száraz' szenázsokban megfelelő volt, míg a nitrit-N a 'vizes' szilázsokban alakult biztonságosan az erjedés során. A kezelt 'száraz' szenázsokban a nitrit-N tartalom a kiindulási

alapanyaghoz volt hasonló, ami azonban aggályosnak minősült egészségügyi szempontból (nem bomlott le kellő mértékben).

**2.ábra** A kezelések hatása a 'vizes' füveshere-szilázs nitrát-N (bal) és nitrit-N (jobb) tartalmának változására 112 nap alatt



**3.ábra** A kezelések hatása a 'száraz' füveshere-szenázsok nitrát-N (bal) és nitrit-N (jobb) tartalmának változására 119 nap alatt



### Összefoglalás

A vizes kontroll szilázs rosszul erjedt (magas pH, sok vajsav és ammónia-N, jelentős Clostridium-spóra szám) és nagy veszteséget produkált. A 'száraz' kontroll szenázs (>44% szá.) lassabban erjedt, erjedése kevésbé volt intenzív, mint a 'vizes' kontroll szilázsé, de nem volt benne kimutatható jelentős mértékű káros erjedési vagy romlási folyamat.

A 'száraz' szenázsok azonban a levegőn instabilabbak voltak, mint a 'vizes' szilázsok.

A kísérlet végeredményeként megállapítható, hogy az A1 és az A5 kezelés (a kereskedelmi forgalomban lévő termékekhez hasonlóan) jelentős mértékben javította a füveshere szilázsok higiéniai állapotát (csökkentette a Clostridium spórák számát) az alacsony szárazanyag-tartományban (<25% szá.). A nitrit pedig lebomlott az erjedési folyamat kezdetén. Ezért ezen hatóanyag-kombinációk eredményesen és kockázatmentesen használhatóak a vizes tömegtakarmányok tartósításához.