

## Test af FreshFoss, Hygiene4FEED og fodersalt til stabilisering af fuldfoder

Af: Niels Bastian Kristensen og Jens Ravn Thyssen, SEGES Innovation P/S

### Sammenfatning

For alle produkter, undtagen ny formulering af Hygiene4FEED, var der mindre effekt af produkterne når foderet havde lav stabilitet, sammenlignet med høj stabilitet, hvilket betyder, at de fleste behandlinger reelt virker mindst når der er størst behov for at behandle foderet.

### Baggrund

Hvis der er vand, ilt (luft) og en temperatur, der tillader vækst, vil alle fodermidler over tid blive angrebet og nedbrudt af bakterier, gær og svampe. Fuldfoder vil altid være udsat for fordærvelse og i perioder vil mange kvægbrugere opleve, at der er behov for en aktiv indsats for stabilisering af foderet. Foderkonservering handler om at begrænse en eller flere af forudsætningerne for det liv, der kan nedbryde foderet. Nærværende undersøgelse havde til formål at sammenligne gængse midler, FreshFOSS og Hygiene4FEED og mindre udbredte konservering med anvendelse af ekstra salt i foderet samt en ny formulering af Hygiene4FEED.

### Materiale og metode

Undersøgelsen blev gennemført med fodermidler fra Danmarks Kvægforskningscenter og indkøbte foderadditiver. Der blev gennemført en testrunde pr uge, bortset fra uge 42, i perioden 4. oktober til 6. december 2023.

Aerob stabilitet blev bestemt for fuldfoder med følgende sammensætning (% af TS): 2.slæt kløvergræsensilage, 21; Komix 3 mineralblanding, 0,4; Kridt, 0,4; Rapskagefoder 11,5 % fedt, 13,3; Rapsskråfoder, 11,3; Valset hvede, 11,8; Majsensilage 2022, 41,8. Fuldfoderblandingen blev optimeret til ca. 36 % tørstof ved til sætning af vand.

Den anvendte græsensilage havde ringe stabilitet. Græsensilagen var 2. slæt 2023 høstet den 24/6-2023 med høj tørstofkoncentration (471 g/kg TS) kombineret med et højt indhold af restsukker (128 g/kg TS). Majsensilagen var høstet 9. oktober 2022 og havde en tørstofkoncentration på 357 g/kg ifølge analysen anvendt til planlægning.

I tabel 1 er vist de fire additiver, der blev anvendt i undersøgelsen. Doseringen blev valgt ud fra en kombination af vejledningen på produkterne, almen praksis og anvisning fra leverandøren. For FreshFoss angives dosering af produktet til TMR at være fra 0,2 til 2,0 kg / ton. I undersøgelsen blev valgt 1 kg / ton. Omkring tidspunktet for start af undersøgelsen blev Hygiene4FEED reformuleret, den oprindelige formulering blev anvendt som behandling igennem hele undersøgelsen i en dosering på 0,4 kg / ton fuldfoder. På produktet angives dosering ved 400 g/ton tørstof i blanderen, hvis denne anvisning reelt anviser udregning efter tørstofkoncentration i foderblandingen, er den valgte dosering relativt lav, men dog i overensstemmelse med gængs brug i praksis. For den nye formulering af Hygiene4FEED anvises en dosering i fuldfoder på 1.200 til 3.000 g/ton TMR, den anvendte dosering på 1,5 kg / ton fuldfoder er derfor inden for det anviste range, men i den lave ende. Fodersalt er et fodermiddel og anvendelsen er ikke baseret op en officiel vejledende dosering til forøgelse af foderblandingers stabilitet.

Tabel 1. Additiver anvendt i undersøgelsen til stabilisering af fuldfoder.

Navn	Producent	Dosering anvendt i undersøgelsen	Sammensætning	Leverandør	Pris, kr. / 100 kg
FreshFoss basic	Vilofoss, Gråsten, Danmark	1 kg / ton fuldfoder	Produktets aktivstof(fer) er ikke deklareret.	Møllerup Mølle A/S	2.460,00
Hygiene4FEED	Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsges. mbH, Lohne, Tyskland	0,4 kg / ton og 0,2 kg / ton i kombination med 8,5 kg fodersalt / ton fuldfoder.	95,5 % kaliumsorbat	Brødr. Ewers	7.200,00
Hygiene4FEED, ny formulering 2023	Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsges. mbH, Lohne, Tyskland	1,5 kg / ton fuldfoder.	247.000 mg sorbinsyre / kg 110.000 mg propionsyre / kg. Tilsat som kaliumsorbat (33 % af produktet) og calciumpropionat (14 % af produktet)	Brødr. Ewers	2.500,00
Supreme salt	DLA Agro, Galten, Danmark	8,5 kg / ton fuldfoder	99,6 % natriumklorid	Møllerup Mølle A/S	130,00

Alle foderadditiver blev tilsat separat blandet fuldfoder med en batchstørrelse på 4,0 kg. For hver blanding blev fodermidler og vand indvejet i en spand og overført til en laboratorieskalafoderblander med to horisontale snegle i over-under konfiguration. Mineraler og kridt blev udvejet separat i 100-mL bægre og overført til spand. Tilsætninger af stabiliserende additiver blev udvejet separat i 100-mL bægre og drysset ud over blandingen mens den blev blandet i forsøgsfoderblanderen.

Foto 1 viser overførsel af udvejet foder til forsøgsblander. Forsøgsblander havde snegle med Ø 135 mm, en længde på 500 mm og et kar der var 140 mm bredt i bunden og 240 mm bredt i toppen. Sneglehastigheden var ca. 50 omdr/min ved blanding og blanderen blandede i 10 min for hver blanding efter alle ingredienser var overført til blanderen.

Når blandetid var opnået, blev blandingen sneglet ud på et neddelingsbord. Der blev udtaget af blandingen til aerob stabilitet ved at fylde en 2000-mL bøtte halvt med fuldfoder, placere en temperaturføler i centrum og fylde bøtten med let presset fuldfoder. Prøverne blev inkuberet i klimaskab indstillet til 20 °C og temperaturen blev logget kontinuerligt i centrum af prøverne. Tærsklen for bestemmelse af aerob stabilitet var 2,5 °C over temperaturen i skabet, der også blev logget kontinuerligt.



Foto 1. Forsøgsblander til opblanding af små foderbatch (4,0 kg) til fuldfoder. Blandetid var 10 min efter indvejning af alle ingredienser inkl. stabiliserede additiver.

For to prøver af fuldfoder skete der ikke en opvarmning til over 2,5°C over inkubationstemperaturen inden for en uge. Begge blandinger var behandlet med ny formulering af Hygiene4FEED og stabilitet for disse blandinger blev sat til 144 timer.

Data er vist som enkeltobservationer eller gennemsnit med angivelse af standardafvigelsen for gennemsnittet. Variansanalyser blev udført ved brug af Prox Mixed i SAS med effekt af behandling og blandedag som

STØTTET AF

**Mælkeafgiftsfonden**

KvægInfo 2629

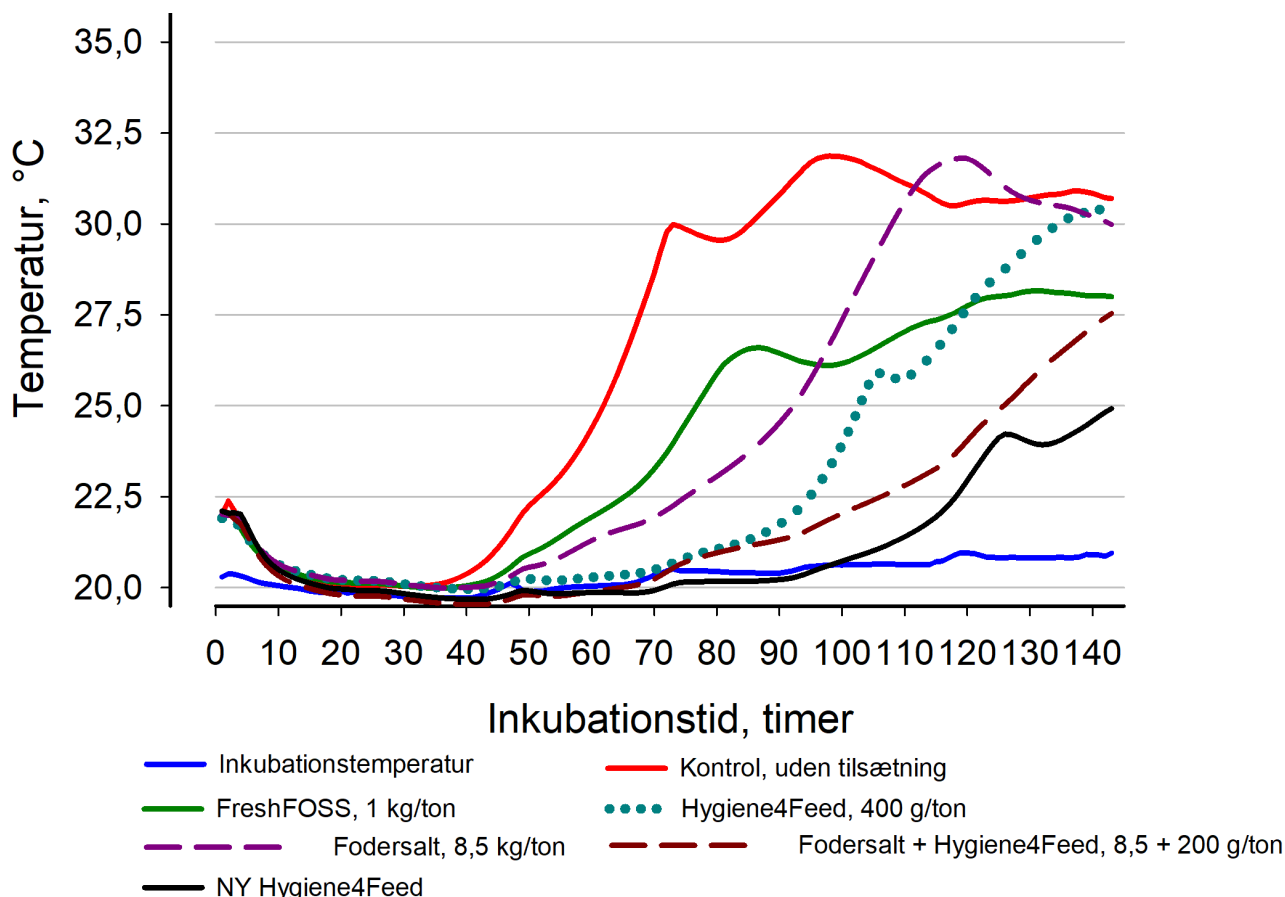
gentagne målinger. PDIFF blev anvendt til sammenligning mellem behandlinger betinget af en overordnet behandlingseffekt ( $P < 0,05$ ).

Regressionsanalyser blev foretaget under anvendelse af Proc Mixed i SAS. Modellering af aerob stabilitet, blev foretaget ved brug af Proc Mixed i SAS ved trinvis modelreduktion. Startmodellen inkluderede NIR prædikterede egenskaber ved fuldfoderprøverne, forsøgsbehandlinger og vejrdato fra Tjele med middeldøgnværdier for temperatur og nedbør.

## Resultater og Diskussion

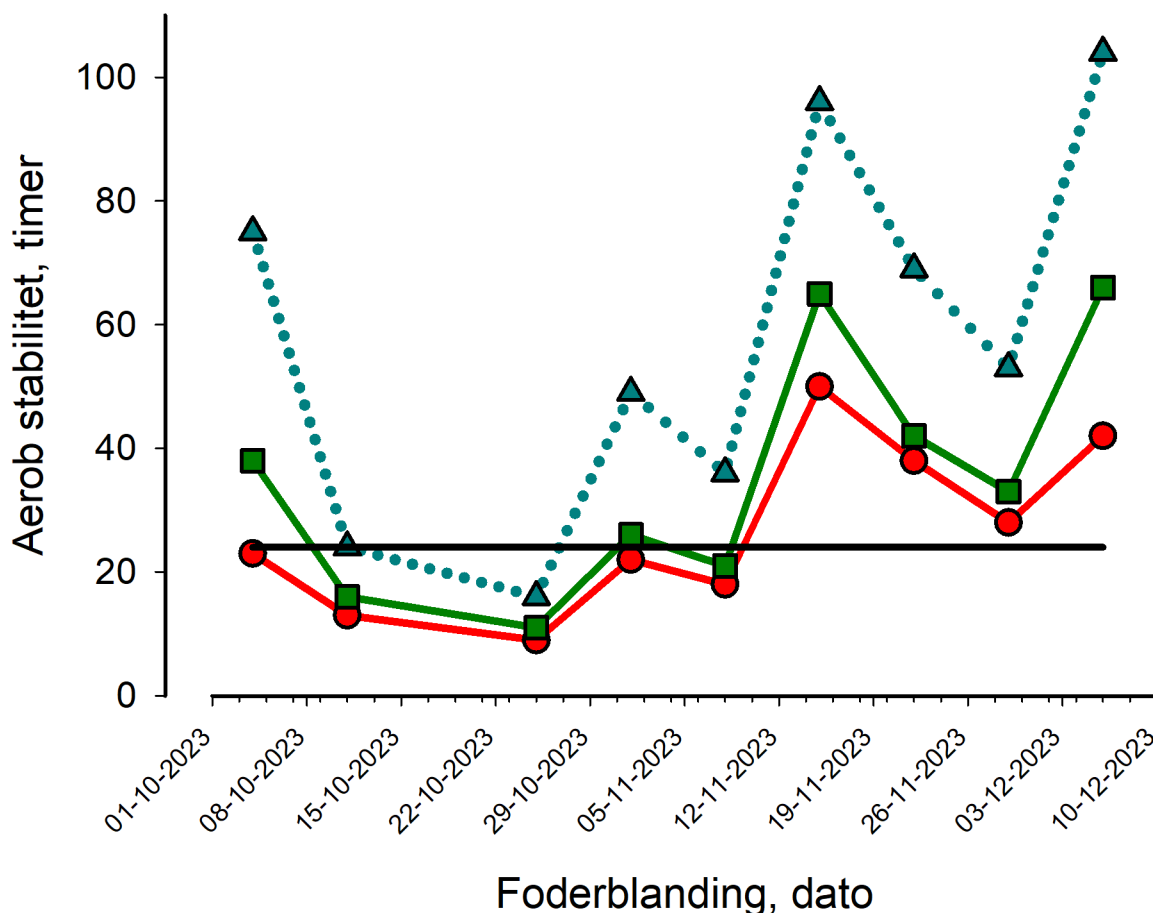
Den gennemsnitlige sammensætning af foderblandingerne over hele forsøgsperioden var  $370 \pm 3$  g tørstof / kg,  $162$  g råprotein / kg TS,  $303 \pm 1$  g NDF / kg TS,  $219 \pm 1$  g stivelse / kg TS, og  $49 \pm 1$  g sukker / kg TS.

Figur 1 viser et eksempel på temperaturudviklingen ved inkubation af fuldfoderprøverne i klimaskab. Som det fremgår af figuren, var foderet generelt over inkubationstemperaturen efter blanding og blev afkølet de første 5 til 10 timer af inkubationen. Ved kraftig opvarmning af prøverne var det ikke muligt at holde skabets temperatur præcist på  $20^{\circ}\text{C}$ , som det fremgår af den blå linje på figuren.



Figur 1 viser et eksempel på temperaturudvikling af fuldfoderprøver inkuberet i klimaskab indstillet til  $20^{\circ}\text{C}$ . De syv kurveforløb repræsenterer temperaturen i skabet (blå kontinuerlig), kontrol fuldfoder uden tilsætning (rød kontinuerlig), fuldfoder behandlet med 1 kg FreshFoss / ton (grøn kontinuerlig), fuldfoder behandlet med 400 g Hygiene4FEED (gammel formulering) / ton (turkis prikker), fuldfoder behandlet med 8,5 kg fodersalt / ton (bordeaux stiplet), fuldfoder behandlet med 8,5 kg fodersalt + 200 g Hygiene4FEED (gammel formulering) / ton (brun stiplet) og ny formulering af Hygiene4FEED 1,5 kg / ton (sort kontinuerlig).

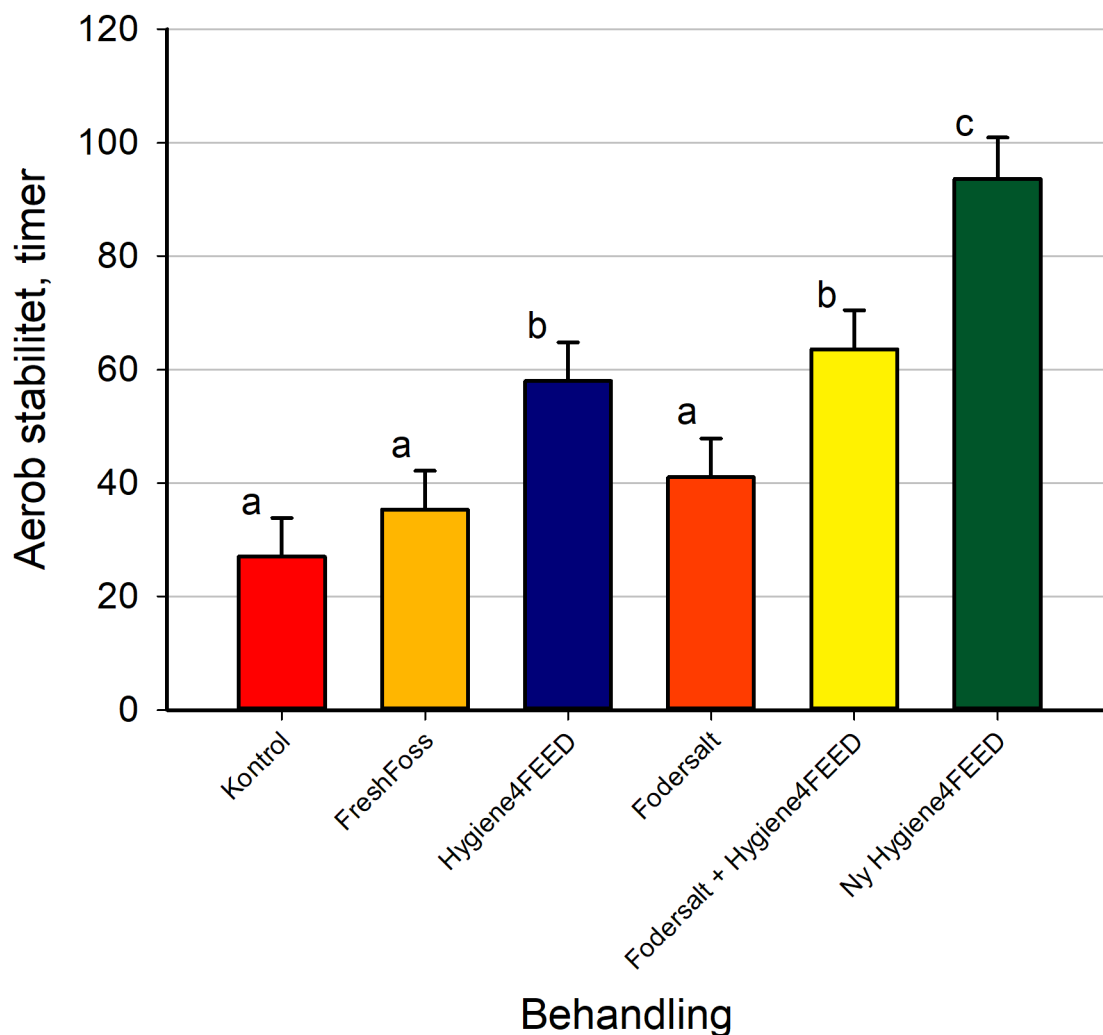
Figur 2 viser at der var stor variation i foderets stabilitet mellem blandedage ( $P < 0,05$ ). På 5 ud af 9 blandedage var stabiliteten af kontrolblandingen mindre end 24 timer og illustrerer at undersøgelsen er baseret på foder med lav basisstabilitet. Det vurderes at særligt græsensilagen bidrog til lav stabilitet af fuldfoderet.



Figur 2 viser den aerobe stabilitet defineret ved inkubationstid indtil temperaturen i foderblandingen er mere end 2,5°C over inkubationstemperaturen. Figuren viser stabiliteten for kontrol fuldfoder uden tilsætning (rød cirkel kontinuert), fuldfoder behandlet med 1 kg FreshFoss / ton (grøn firkant kontinuert), fuldfoder behandlet med 400 g Hygiene4FEED (gammel formulering) / ton (turkis trekant prikker). Der er en observation for hver behandling pr blandedato.

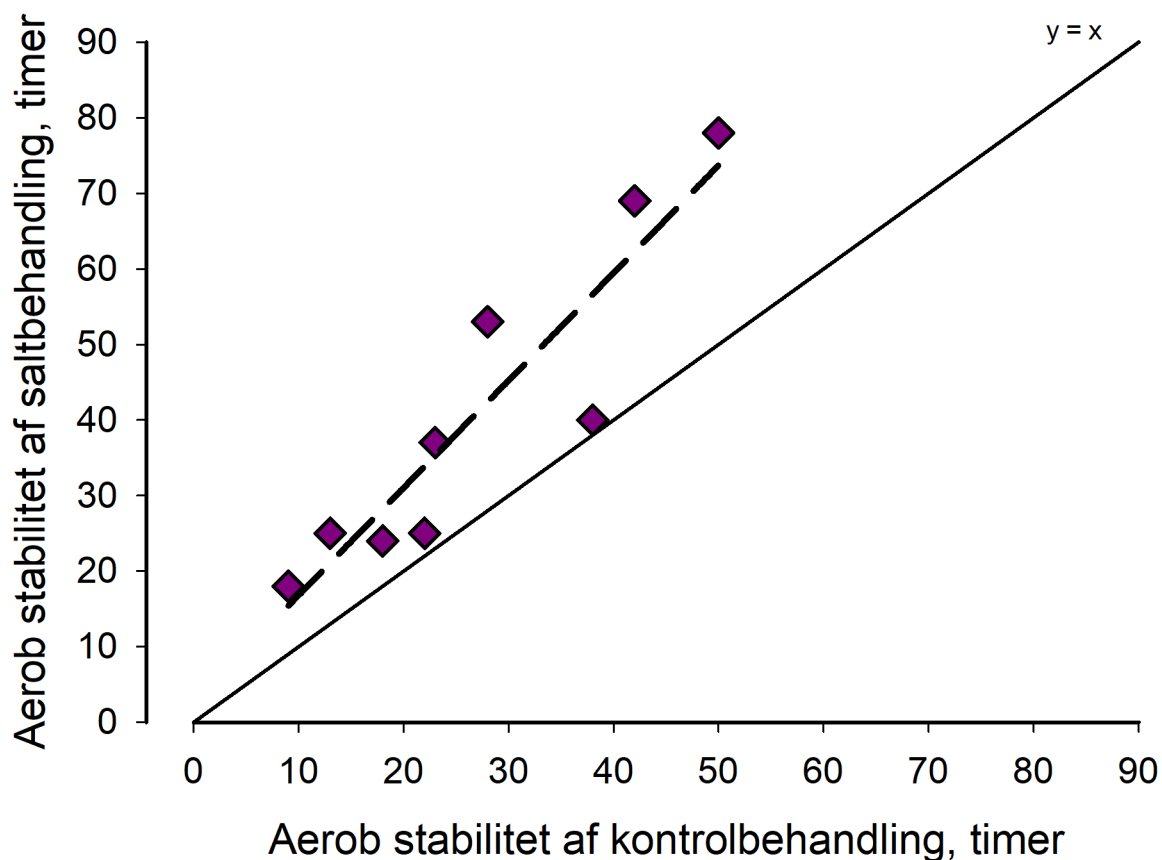
Der var overordnet effekt af behandling ( $P < 0,01$ ) på den aerobe stabilitet af fuldfoder inkuberet ved 20°C, se figur 3. Der kunne ikke detekteres forskel mellem kontrol, FreshFoss og fodersalt ( $P > 0,05$ ), men fuldfoder behandlet med Hygiene4FEED og fodersalt + halv dosering af Hygiene4FEED var henholdsvis  $31 \pm 10$  og  $36 \pm 10$  timer yderligere stabile sammenlignet med kontrol. Som det fremgår af figur 2 var effekten af behandlingerne ikke konstant, og selv om den gennemsnitlige effekt af Hygiene4FEED var 31 timer sammenlignet med kontrol var stabiliteten af fuldfoder behandlet med Hygiene4FEED under 24 på en enkelt blandedag.

Det mest stabile fuldfoder var behandlet med ny formulering af Hygiene4FEED i dosering på 1,5 kg / ton og med denne behandling var stabiliteten øget med  $66 \pm 10$  timer sammenlignet med kontrol.



Figur 3 viser den gennemsnitlige stabilitet af fuldfoderprøver inkuberet i klimaskab indstillet til 20°C. Der var overordnet effekt af behandling  $P < 0,01$ . Stabiliteten af fuldfoder uden tilsætning (kontrol) var ikke forskellig fra fuldfoderbehandlet med 1 kg FreshFoss / ton eller 8,5 kg fodersalt / ton. Fuldfoder behandlet med Hygiene4FEED 400 g/ton og 8,5 kg fodersalt + 200 gram Hygiene4FEED / ton havde højere stabilitet ( $P < 0,05$ ) sammenlignet med kontrol. Den højeste stabilitet blev fundet for fuldfoder behandlet med 1,5 kg ny formulering af Hygiene4FEED. Søjler markeret med forskelligt bogstav indikerer signifikant forskel ( $P < 0,05$ ).  $n = 9$ .

Figur 4 viser sammenhængen mellem stabiliteten af kontrolbehandlingen og stabiliteten af fuldfoder behandlet med fodersalt. Figuren viser at der er en stigende effekt af behandlingen med stigende basisstabilitet. Tabel 2 viser intercept og hældning for tilsvarende sammenhænge for alle behandlinger og det observeres at alle forsøgsbehandlinger bortset fra nyformuleret Hygiene4FEED følger samme mønster, dvs. behandlingerne virker mindst når der er mest brug for dem. Alene behandlingen baseret på ny formulering af Hygiene4FEED adskilte sig ved at der ikke var sammenhæng mellem stabiliteten af foder uden tilsætning og behandlet foder. Som det fremgår af tabel 2 var der tendens ( $P = 0,07$ ) til et intercept forskellig fra 0 og en hældning, der ikke var forskellig fra 0.



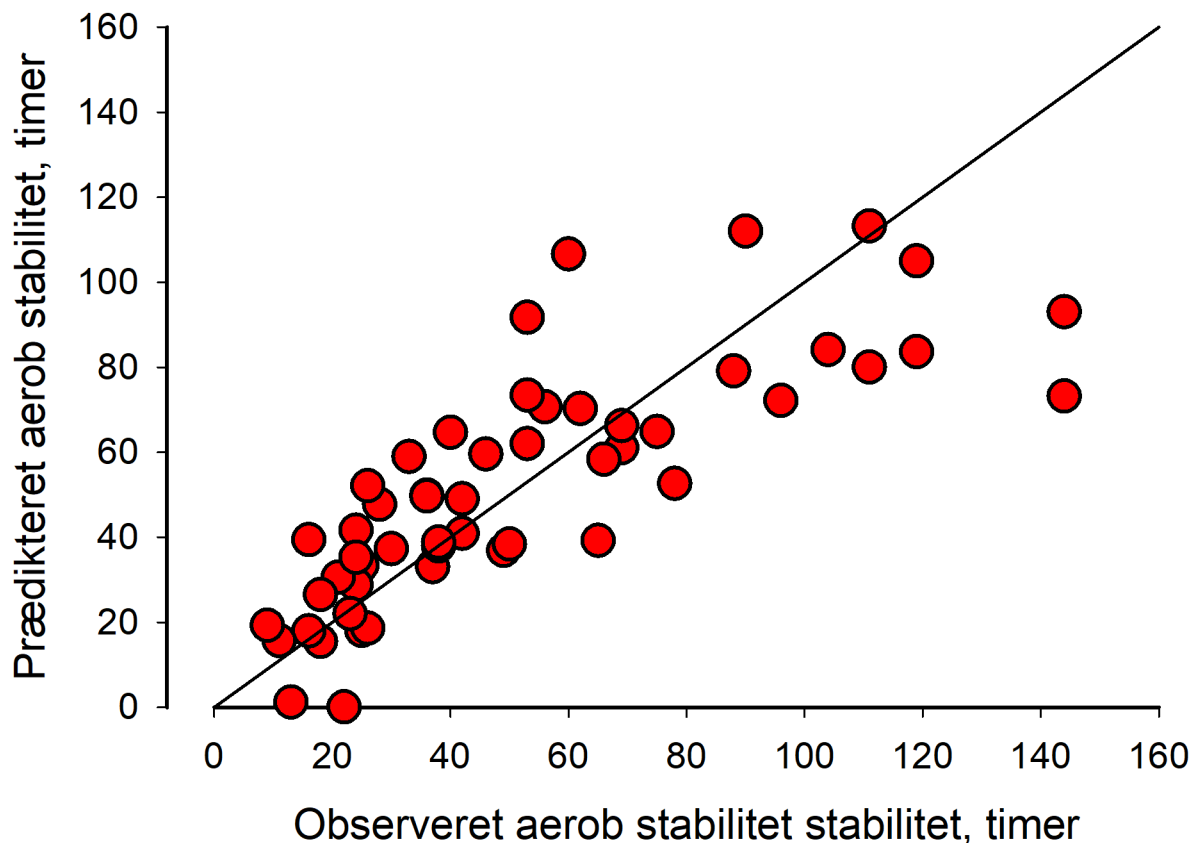
Figur 4. Aerob stabilitet af fuldfoder uden tilsætning (Kontrol) og fuldfoder behandlet med 8,5 kg fodersalt / ton. Den kontinuerlige linje viser  $y = x$ . Den stiplede linje er en regressionslinje med hældningen  $1,4 \pm 0,2$  ( $P < 0,01$ ), der viser at effekten af behandlingen stiger med stigende basisstabilitet af foderet. Hvert punkt viser stabiliteten af en foderprøve.  $n = 9$ .

Tabel 2. Intercept og hældning for stabilitet af forsøgsbehandlinger som funktion af stabiliteten af kontrolbehandlingen. P-værdi angiver test af hældning forskellig fra nul.  $n = 9$ .

Behandling	Intercept	Hældning	P-værdi hældning
FreshFoss, 1 kg/ton	$-1,8 \pm 4,7$	$1,4 \pm 0,2$	$P < 0,01$
Hygiene4FEED, 0,4 kg/ton	$3,1 \pm 10,1$	$2,0 \pm 0,3$	$P < 0,01$
Fodersalt 8,5 kg/ton	$2,6 \pm 7,0$	$1,4 \pm 0,2$	$P < 0,01$
Fodersalt 8,5 kg/ton + Hygiene4FEED, 0,2 kg/ton	$4,4 \pm 14,4$	$2,2 \pm 0,5$	$P < 0,01$
Ny Hygiene4FEED, 1,5 kg/ton	$83,1 \pm 37,2$ ( $P = 0,07$ )	$0,4 \pm 1,2$	$P = 0,77$



Efteråret 2023 var præget af høje temperaturer og stor variation i døgnmiddeltemperatur igennem testperioden. I figur 5 er præsenteret en prædiktion af aerob stabilitet baseret på en reduceret model, hvor der indgår effekt ( $P < 0,05$ ) af behandling, tørstofkoncentration i fuldfoder, sukkerkoncentration i fuldfoder, foregående døgns middeltemperatur og foregående døgns nedbør. Der er betydelig restvariation som ikke er forklaret af modellen, men modellen giver en rimelig prædiktion af prøver med lav stabilitet. Der kan ikke postuleres nogen generel gyldighed af modellen idet den alene er baseret på tidsserie af prøver fra samme ensilagestakke.



Figur 5. Prædikeret stabilitet af fuldfoder (timer) som funktion af observeret stabilitet. Modellen var baseret på trinvis reduktion af fodervariable og vejrdata. De viste data blev prædikeret med en model, der inkluderer effekt af foregående døgns middeltemperatur, foregående døgns nedbør, foderblandingsens tørstofkoncentration, foderblandingsens sukkerkoncentration og effekten af forsøgsbehandling.

Effekten af de anvendte additiver var påvirket af kontrolblandingsens stabilitet, med undtagelse af ny formulering af Hygiene4FEED. Det betyder reelt at der ikke er en simpel sammenhæng mellem produkt og prisen for effekten. I tabel 3 er behandlingspriser beregnet baseret på en gennemsnitlig effekt af de forskellige produkter som undervurderer prisen for effekten af alle produkter undtagen ny formulering af Hygiene4FEED. Prisen pr ton behandlet fuldfoder er højest for ny formulering af Hygiene4FEED, men prisen for effekt er samtidigt den laveste for ny formulering af Hygiene4FEED.

Tabel 3. Behandlingspris pr ton fuldfoder, estimeret behandlingspris pr ko pr dag og pris pr ko pr time ekstra stabilitet sammenlignet med kontrol. Ved beregning af omkostningerne pr ko pr dag er tørstofkoncentrationen i foderblandingen antaget at være 370 g/kg og foderoptagelsen 25 kg TS/dag. Prisen pr time ekstra stabilitet er beregnet på basis af den gennemsnitlige effekt af behandlingerne sammenlignet med kontrol som vist i figur 3.

Behandling	Behandlingspris / ton fuldfoder, dk.	Behandlingspris / ko pr dag, dk.	Behandlingspris / time ekstra stabilitet pr ko pr dag, øre
FreshFoss	24,60	1,66	20,03
Hygiene4FEED	28,80	1,95	6,28
Fodersalt	11,05	0,75	5,33
Fodersalt + halv dosering af Hygiene4FEED	25,45	1,72	4,70
Ny formulering af Hygiene4FEED	37,50	2,53	3,80

## Konklusion

Aerob stabilitet af fuldfoder baseret på græsensilage med lav stabilitet blev ikke forbedret med FreshFoss Basic (1 kg / ton) eller tilsætning af 8,5 kg fodersalt / ton. Hygiene4FEED (400 g / ton) og fodersalt (8,5 kg / ton) i kombination med halv dosering af Hygiene4FEED øgede i gennemsnit stabiliteten med mere end 30 timer. Den kraftigste effekt blev opnået med ny formulering af Hygiene4FEED, som var det dyreste produkt pr ton behandlet foder, men det billigste produkt pr time ekstra stabilitet. For alle produkter, undtagen ny formulering af Hygiene4FEED, var der en mindre effekt af produkterne når foderet havde lav stabilitet sammenlignet med høj stabilitet, hvilket betyder, at de fleste behandlinger reelt virker mindst når der er størst behov for at behandle foderet. Undersøgelsen viser at lav stabilitet af fuldfoder skal forebygges og ikke behandles, hvis man alligevel står med et akut behov for at øge stabiliteten af fuldfoder, skal man være omhyggelig med opfølgning på om det valgte produkt og den anvendte dosering er giver tilstrækkelig effekt.

## Anerkendelser og Interessekonflikter

Undersøgelsen blev finansieret udelukkende med midler fra Mælkeafgiftsfonden gennem projektet ” Foder og fødevarer sikkerhed”. Der er ikke modtaget økonomisk støtte eller vareprøver fra leverandører i forbindelse med gennemførelse af undersøgelsen. Forfatterne erklærer at der ikke er interessekonflikter vedrørende gennemførelse af undersøgelsen.