

BENZOESYRE HÆMMER NEDBRYDNING AF FRIE AMINOSYRER I VÅDFODER

MEDDELELSE NR. 1156

Tilsætning af benzoesyre i en dosering på 0,5 % eller 1 % af tørfoderet reducerede nedbrydning af frie aminosyrer i vådfoder. Benzoesyre hæmmede tilsyneladende også væksten af gær og dannelsen af mælkesyre under fermentering.

INSTITUTION: SEGES SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING
FORFATTER: ELSE VILS, NURIA CANIBE, HELLE MØLGAARD SOMMER
UDGIVET: 18. DECEMBER 2018
Dyregruppe: alle
Fagområde: ernæring

Sammendrag

Tilsætning af benzoesyre i dosering på 0,5 % eller 1 % af tørfoder reducerede nedbrydning af frie aminosyrer i vådfoder, både målt på tabet af frit lysin, frit methionin og frit treonin. I vådfoder tilsat 1 % benzoesyre af tørfoderet var tabet af frit lysin statistisk sikkert mindre end i vådfoder tilsat 0,5 % benzoesyre af tørfoder. Uden tilsætning af benzoesyre var tab af frit lysin stigende over tid (0 til 8 timer efter opblanding), hvilket ikke var tilfældet for methionin og treonin.

Otte timer efter opblanding med 50 % restmængde og tilsætning af henholdsvis 0, 0,5 og 1,0 % benzoesyre af tørfoder var tabet af frit lysin 72, 23 og 5 %. Tilsvarende var tab af frit methionin 21, 16 og 12 % og tab af frit treonin 27, 7 og 6 %.

Tilsætning af 1 % benzoesyre af tørfoder halverede dannelsen af mælkesyre i vådfoder og resulterede i lidt højere pH efter fermentering. Tilsætning af 0,5 og 1 % benzoesyre af tørfoder benzoesyre hæmmede væksten af gær i vådfoder.

Ovenstående er resultater fra et laboratorieforsøg med vådfoder, efterlignende almindeligt vådfoder med 50 % restmængde. Fermenteringen af vådfoderet blev startet med pødekulturer fra fire slagtesvinebesætninger. Fermenteringen foregik ved 20 °C. Forsøget var designet med tre grupper. Gruppe 1: vådfoder uden tilsat benzoesyre, gruppe 2: tilsat 0,5 % benzoesyre af tørfoder og gruppe 3: tilsat 1,0 % benzoesyre af tørfoder. Der var i alt 16 gentagelser pr. gruppe. Tørfoderet var tilsat ca. 5 g ekstra frit lysin, methionin og treonin med henblik på at måle aminosyretab ved de forskellige behandlinger.

Det er ikke økonomisk rentabelt at anvende benzoesyre i vådfoder alene for at undgå fermenteringstab af frie aminosyrer. Men hvis der af andre årsager anvendes benzoesyre i dosering 1 % benzoesyre af tørfoder, er det ikke nødvendigt at kompensere for tabet. Dette vil indgå i en kommende vejledning vedr. håndtering af aminosyretab i vådfoder.

Baggrund

Tidligere forsøg har vist, at der tabes syntetiske aminosyrer i almindeligt vådfoder, da der sker fermentering i rørstrengene. SEGES Svineproduktions anbefaling er derfor at tilsætte ekstra syntetisk lysin og treonin svarende til, at der tabes 25 % af det tilsatte. Tilsætning af 2 % myresyre hæmmer tabet af syntetisk lysin og treonin og anbefalingen er derfor, at der ikke indregnes tab, hvis der alligevel tilsættes 2 % myresyre af hygiejniske årsager [1]. Myresyretilsætning (2 %) er ca. fire gange så dyrt som tilsætning af ekstra aminosyrer, så der skal ikke tilsættes myresyre alene for at undgå aminosyretab.

Benzoesyre er godkendt som tilsætningsstof i EU (gruppe: andre zootekniske additiver) med maksimal dosis 0,5 % til smågrise og 0,5-1,0 % til slagtesvin og søer. Tilsætning af benzoesyre til foder reducerer desuden ammoniakfordampning fra gylleoverflader.

Mange forsøg med benzoesyre tilsat foder har påvist en forbedret daglig tilvækst og foderudnyttelse ved smågrise [2-4] og slagtesvin [5-7]. Tilsætning af benzoesyre er forholdsvis dyrt, og omkostningerne dækkes ikke i alle tilfælde af produktivetsforbedringer. Tilsætning af 1 % benzoesyre koster ca. 10 kr. pr. 100 FE.

I vådfoder er effekten af benzoesyre ikke undersøgt. Benzoesyre er en konserverende syre, og det er derfor relevant at undersøge, om benzoesyren reducerer tabet af frie aminosyrer, da dette tab sker ved mikrobiel nedbrydning i forbindelse med fermentering. Hvis benzoesyre kunne have denne effekt i vådfoder, vil der foruden produktivetsgevinst være en yderligere gevinst på 1-1,5 kr. pr. 100 FE i sparede omkostninger til ekstra aminosyrer.

Formålet var at undersøge, om benzoesyre har en hæmmende effekt på nedbrydning af syntetiske aminosyrer i vådfoder.

Materiale og metode

Forsøget blev gennemført som et laboratorieforsøg på Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet i Foulum. Laboratorieforsøget omfattede tre grupper og 16 gentagelser pr. gruppe. Forsøgsdesignet fremgår af Tabel 1.

Tabel 1. Forsøgsdesign. 16 gentagelser pr. gruppe.

Gruppe	1	2	3
Benzoesyre, % af tørfoder	0	0,5	1,0

Podkultur til opstart af fermentering

Som podkultur til laboratorieforsøget blev der anvendt vådfoder fra fire slagtesvinebesætninger. Der var ikke anvendt valle eller syre i vådfoderet i minimum fire uger, inden vådfoderprøverne blev udtaget. Der var heller ikke tilsat syre i tørfoderet i mindst fire uger inden prøveudtagning. Dette skulle sikre, at mikroorganismene i vådfoderet i laboratorieforsøget var naturligt forekommende i vådfoder under praktiske produktionsforhold, og at fermenteringen ikke på forhånd var hæmmet af myresyre eller benzoesyre i foderet.

Vådfoderprøverne til podkultur blev udtaget fra én eller flere foderventiler på samme rørstreng under en normal udfodring, og efter at foderet var recirkuleret i rørstrengen (se foto 1). Desuden blev der udtaget en prøve til analyse for mikrobiologi og VFA (flygtige frie fedtsyrer) på Institut for Husdyrvidenskab, Foulum. Prøverne blev ikke tilsat myresyre men kølet i spande med koldt vand i mindst 0,5 time, inden de blev transporteret i køleboks ved 5-10 ° C og afleveret i Foulum samme formiddag, som de var udtaget. Fodersammensætningen i hver besætning fremgår af Appendiks 1.



Foto 1. Podkultur blev udtaget ved én eller flere foderventiler på samme rørstreng.

Tørfoder til laboratorieforsøget

Der blev produceret én melfoderblanding på foderfabrikken på Institut for Husdyrvidenskab, Foulum. Fodersammensætningen fremgår af Appendiks 2. Kornet var fint formalet svarende til mindst 60 % under 1 mm, hvilket blev kontrolleret med Bygholmsigte. Der blev taget udgangspunkt i en traditionel slagtesvineblanding (korn og sojaskrå), men foderet blev tilsat ca. 5 g pr. kg tørfoder af aminosyrerne: lysin, methionin og treonin for at kunne måle et eventuelt tab af aminosyrer ved fermentering. Foderet (ca. 200 kg) blev opbevaret på køl, indtil det blev brugt i laboratorieforsøget.

Benzoesyre til laboratorieforsøget

DSM leverede benzoesyren i form af VevoVital, som består af min. 99,6 % benzoesyre. Tilsætning af benzoesyre skete ved afvejning i laboratoriet i forbindelse med foderskifte i fermenteringsbeholderne.

Gennemførelse af laboratorieforsøg

Fermenteringerne blev gennemført i fire runder, og hver gang blev der anvendt podekultur fra én af de fire besætninger. Der blev anvendt fire fermenteringsbeholdere af 1 liter pr. gentagelse pr. gruppe – i alt 12 fermenteringsbeholdere pr. runde (se foto 2).



Foto 2. Fermenteringsbeholdere anvendt i laboratorieforsøget (Foto: Nuria Canibe).

Fermenteringerne blev startet op samme dag (dag 1), som vådfoderet var udtaget fra besætningerne. Ved opstart af fermenteringerne blev der anvendt 50 % vådfoder fra besætningerne som podekultur og 50 % frisk vådfoder. Temperaturen blev holdt på 20 ° C gennem hele forsøget. I de efterfølgende fem dage (dag 2-6) blev halvdelen af foderet i hver fermenteringsbeholder udskiftet med frisk foder og vand en til to gange dagligt, jævnfør Tabel 2.

Table 2. Tidspunkter for udskiftning af 50 % af vådfoderet med frisk foder og vand.

Dag 1	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5	Dag 6	Dag 7
Torsdag	Fredag	Lørdag	Søndag	Mandag	Tirsdag	Onsdag
Kl. 12:30 (start)	Kl. 8:30 og 14:30	Kl. 8:30	Kl. 8:30	Kl. 8:30 og 14:30	Kl. 8:30 og 14:30	Kl. 8

Foderskiftet foregik ved, at tørfoder, vand og benzoesyre blev blandet hver gang, der blev tilsat frisk foder og vand til fermenteringsbeholderne (se blandingsforhold i Tabel 3). Ved første opblanding, hvor halvdelen var podekultur fra besætningerne, blev der tilsat dobbelt mængde benzoesyre for at opnå den tilsigtede koncentration.

Table 3. Blandingsforhold ved hver udskiftning af vådfoder med frisk foder og vand.

Gruppe	1	2	3
Benzoeyre, % af tørfoder	0	0,5	1,0
Tørfoder, g	80	80	80
Benzosyre 100 %, g	0	0,4	0,8
Vand, ml	220	220	220
Frisk blanding i alt, g	300	300	300
Fermenteret rest, g	300	300	300
I alt, g	600	600	600

Gennemførelsen af forsøget er tilstræbt at efterligne praksis under forhold med størst fermenteringstab. I praksis anbefales det, at en restmængde på 50 % af vådfoder ikke overskrides. Temperaturen i restmængden vil sjældent overskride 20 ° C under danske forhold. Prøver udtages først dag 6 og 7, hvor fermenteringsforløbet stabiliseres.

Prøveudtagning og analyser

Tørfoderblanding

Der blev udtaget repræsentative prøver under produktionen af foder. Otte prøver blev sendt til Eurofins til analyse af tørstof, råprotein samt totale og frie aminosyrer; lysin, methionin, og treonin. Fire af prøverne blev sendt til analyse inden forsøgets start for at sikre, at indholdet af aminosyrerne svarede til det forventede indhold. De øvrige fire prøver blev sendt til analyse sammen med vådfoderprøverne efter hver runde for at imødegå, at eventuelle udsving i analysesikkerheden skulle få indflydelse på resultaterne i forsøget. Tørfoderprøverne blev opbevaret på køl (5-8 ° C) indtil indsendelse til analyse.

Vådfoder fra besætningerne

Vådfoderprøverne fra besætningerne blev analyseret for indhold af mikroorganismer, mælkesyre, VFA og benzoesyre, frie aminosyrer og biogene aminer. pH og temperatur blev målt ved modtagelse på laboratoriet.

Fermenteringsbeholderne

pH blev målt i vådfoderet i alle grupper ved start af laboratorieforsøget samt lige før og efter hver opblanding med frisk foder og vand, undtaget i weekenden. På dag 7 blev 50 % af foderet udskiftet om morgenen, hvorefter prøveudtagningen startede.

Prøverne af fermenteringsbeholderne blev udtaget således, at det blev sikret, at der blev udtaget repræsentative prøver. Der blev målt pH, hvorefter prøverne til analyse hos Eurofins blev tilsat 4 % myresyre for at stoppe fermenteringen. Prøverne blev frosset ved -20 ° C og sendt i flamingokasser til analyse hos Eurofins. Oversigt over prøveudtagning og analyser fremgår af Tabel 4.

Tabel 4. Oversigt over prøveudtagninger fra fermenteringsbeholderne og analyser.

Dag	Kl.	Timer fra sidste opblanding	Analyser
6	14:30	6	A, B
7	8	0	C
7	10	2	C
7	16	8	C

A: Mikrobiologi (Foulum).

B: Mælkesyre, VFA og benzoesyre, biogene aminer, frie aminosyrer, ethanol (Foulum).

C: Tørstof, råprotein og totale aminosyrer: lysin, methionin, cystin, treonin (Eurofins). Prøver fra to fermenteringsbeholdere i samme gruppe blev blandet inden analyse. Der var således to prøver til Eurofins pr. gruppe pr. runde/gentagelse.

Beregning af tab af syntetiske aminosyrer

Tabet af frie aminosyrer er beregnet ud fra analyseret indhold af frie aminosyrer i tørfoder og analyseret indhold af totale aminosyrer (proteinbundet + frie) i både tørfoder og vådfoder. Det analyserede indhold af hver aminosyre (total aminosyre) er angivet i % af råprotein. Ved at beregne tabet ud fra andel af protein ((analyseret som N x 6,25), som ikke tabes, selv om aminosyrer nedbrydes) undgår man, at tørstofftab påvirker resultatet.

Eksempel på beregning af tab af syntetisk lysin i gruppe 1 efter fermentering i otte timer:

Tab af totalt lysin i vådfoder efter otte timer, %:

$$\frac{(\text{Totalt lysin i \% af råprotein i melfoder} \div \text{totalt lysin i \% af råprotein i vådfoder efter otte timer}) \times 100}{100}$$

Totalt lysin i % af råprotein i melfoder

Tab af frit lysin i vådfoder efter otte timer, %:

$$\frac{\text{Tab af totalt lysin i vådfoder efter otte timer, \%} \times 100}{100}$$

Frit lysin i % af totalt lysin i melfoder

Hvis frit (syntetisk) lysin f.eks. udgør 40 % af totalt lysin i melfoder, og der er et tab på 40 % af totalt lysin efter otte timers fermentering, er der beregnet et tab på 100 % af tilsat frit (syntetisk) lysin.

Statistik

Data blev analyseret som tosidet variansanalyse ved brug af Proc Mixed i SAS. De forklarende variable, der indgik i modellerne, var Gruppe, Tid, Runde og vekselvirkningen mellem Gruppe og Tid. Runde blev modelleret som tilfældig effekt, og Gruppe, Tid og Gruppe*Tid blev modelleret som kategoriske variable. Data kunne alternativt være analyseret som en lineær regression, hvor Tid var den kontinuerte variabel, men da der var et ønske om at teste hver af de to benzoesyregrupper i forhold til forskellige tidspunkter, var det en fordel at modellere data som en tosidet variansanalyse.

For de signifikante variable i modellerne blev der optegnet LSmeans værdier med tilhørende 95 % konfidensintervaller. Ved afgørelsen af om to forskellige niveauer inden for samme variabel var signifikant forskellige, blev der udført en t-test (med en Bonferroni korrektion), idet aflæsning af overlappende/ikke-overlappende konfidensintervaller på LSmeans grafen ikke er tilstrækkelig.

Der var ingen eksklusion af data. I runde 1 var data for lysin dog ikke som forventet, men da de andre analyser for methionin og treonin fra runde 1 så ud til at være som forventet, blev runde 1 ikke ekskluderet fra datasættet. Det blev undersøgt, om runde 1 var signifikant forskellig fra de andre runder både mht. varianserne og middelværdierne inden for hver af de tre tider (T0, T2 og T8). Levene's test blev anvendt til test for varianshomogenitet, og Welch's test blev anvendt til test for forskelle mellem middelværdier. Ingen af disse tests var imidlertid signifikante ($p > 0.05$), hvorfor der ikke umiddelbart var grund til at ekskludere runde 1 for lysin.

Resultater og diskussion

Tab af frit lysin

Tilsætning af benzoesyre reducerede tabet af frit lysin ($p < 0,0001$).

Dosering på 1 % benzoesyre af tørfoder reducerede tabet mere end dosering på 0,5 % ($p = 0,001$).

I gruppe 1 uden syretilsætning var fermenteringstab af lysin statistisk sikkert stigende over tid (0 til 8 timer), svarende til tidligere undersøgelser [1].

I gruppe 2 og gruppe 3 var der ingen signifikant udvikling over tid.

Tabene fremgår af Tabel 5.

Tabel 5. Procentvis tab af frit lysin 0, 2 og 8 timer efter opblanding. Målt dag 6 efter opstart af forsøget.

Gruppe	1	2	3
Benzoesyre, % af tørfoder	0	0,5	1,0
0 timer	46	19	5
2 timer	53	21	9
8 timer	72	23	5

Tab af frit methionin

Tilsætning af benzoesyre reducerede tab af frit methionin ($p < 0,0001$).

Der var ingen signifikant udvikling over tid (0 til 8 timer) i tab af methionin ($p = 0,6$).

Tabene fremgår af Tabel 6.

Tabel 6. Procentvis tab af frit methionin 0, 2 og 8 timer efter opblanding. Målt dag 6 efter opstart af forsøget.

Gruppe	1	2	3
Benzoesyre, % af tørfoder	0	0,5	1,0
0 timer	19	14	12
2 timer	19	13	15
8 timer	21	16	12

Tab af frit treonin

Tilsætning af benzoesyre reducerede tab af frit treonin ($p < 0,0001$).

Der var ingen signifikant udvikling over tid (0 til 8 timer) i tab af treonin ($p = 0,7$).

Tabene fremgår af Tabel 7.

Tabel 7b. Procentvis tab af frit treonin 0, 2 og 8 timer efter opblanding. Målt dag 6 efter opstart af forsøget.

Gruppe	1	2	3
Benzoesyre, % af tørfoder	0	0,5	1,0
0 timer	22	10	5
2 timer	24	8	9
8 timer	27	7	6

Mikrobiologi og organiske syrer i vådfoder/podekultur fra besætninger

Analyseresultaterne for mikrobiologi og organiske syrer i podekulturer fremgår af Appendiks 4.

Normalværdier for vådfoder er vist i Appendiks 8.

Vådfoderet fra besætningerne levede ikke helt op til de anbefalede værdier angivet i Appendiks 8.

pH var højere end 5,0, og der var for mange enterobakterier og lidt for meget skimmel i foderet.

pH, mikrobiologi og organiske syrer i vådfoder i laboratorieforsøget

Analyseresultaterne for mikrobiologi og organiske syrer i vådfoder i forsøgsgrupperne fremgår af

Appendiks 5. Udviklingen af pH i laboratorieforsøget er vist i Appendiks 6.

Resultater for mikrobiologi analyseret på dag 6 af laboratorieforsøgets forsøgsgrupper fremgår af

Tabel 5.1 i Appendiks 5.

Overordnet tyder resultaterne på, at:

- Alle resultater i gruppe 1 lå inden for normalområdet, se Appendiks 9. Resultaterne tyder på, at fermenteringen har resulteret i en god konservering, og at de høje indhold af enterobakterier fra podedkulturene dermed er reduceret ved fermenteringen i laboratoriet.
- Gruppe 2 og 3, hvor der var tilsat hhv. 0,5 og 1 g benzoesyre af tørfoder, adskiller sig fra gruppe 1 ved, at indholdet af gær var meget lavt (<3,23 (10/16) i gruppe 2 og <3,25 (11/16) i gruppe 3). Dette tyder på, at benzoesyre hæmmer væksten af gær.
- I gruppe 2 var der lidt mindre mælkesyre end i gruppe 1, og i gruppe 3 var indholdet af mælkesyre mere end halveret i forhold til gruppe 1. Også indhold af eddikesyre var reduceret i grupperne tilsat benzoesyre.

Udvikling af pH i vådfoder i laboratorieforsøget fremgår af Figur 6.1, hvor pH-værdierne er målt lige efter, at 50 p% fermenteret vådfoder er udskiftet med 50 % friskblandet vådfoder. Tabel 6.1 viser den gennemsnitlige ændring i pH ved foderskifte i de tre grupper, hvor pH er målt lige før og lige efter udskiftning af 50 % foder.

Overordnet tyder resultaterne på, at:

- Under fermentering faldt pH lidt mindre i gruppe 3 end i gruppe 1 og 2. I gruppe 3 stabiliserede pH sig på ca. 4,8, mens den lå på 4,4-4,6 i gruppe 2 og 3. Tilsætning af 1 % benzoesyre bevirkede, at foderet blev lidt mindre surt.
- pH-ændringen i forbindelse med foderskifte var mindre ved tilsætning af benzoesyre.

Frie aminosyrer og biogene aminer

Analyseret indhold i vådfoder af de frie aminosyrer lysin, methionin og treonin, samt de biogene aminer cadaverin, putrescin og agmatin fremgår af Appendiks 7, Tabel 7.1. Da der ikke var det forventede aminosyretab i gruppe 1, runde 1, er analyseresultater af frie aminosyrer og biogene aminer vist i Tabel 7.2 for henholdsvis runde 1 og runde 2-4.

Analyser af frie aminosyrer sammenholdt med analyser af biogene aminer viser noget om årsagsforholdene. Cadaverin dannes ud fra lysin ved mikrobiel nedbrydning, putrescin og agmatin ud fra arginin.

Overordnet tyder resultaterne på, at:

- Indholdet af cadaverin lå væsentlig lavere i gruppe 2 og 3 i forhold til gruppe 1, hvilket svarer til, at benzoesyre reducerer fermenteringstabet af lysin og dermed dannelsen af cadaverin.
- Højt indhold af cadaverin var sammenfaldende med det lavest analyserede indhold af frit lysin.
- Af ukendte årsager var der ingen nedbrydning af lysin i 1. runde i gruppe 1 – svarende til, at der næsten ikke blev dannet cadaverin. Der var ikke i de øvrige analyseresultater afvigelser, der kunne forklare denne forskel.

- Indholdet af putrescin lå numerisk lavere i gruppe 2 og 3. Indholdet af agmatin lå på numerisk samme niveau i de tre grupper.

Konklusion

Tilsætning af benzoesyre i dosering på 0,5 % (gruppe 2) eller 1 % (gruppe 3) af tørfoder hæmmer nedbrydning af frie aminosyrer i vådfoder, både målt på tabet af frit lysin, frit methionin og frit treonin. I gruppen tilsat 1 % benzoesyre var tabet af frit lysin statistisk sikkert mindre end i gruppen tilsat 0,5 % benzoesyre af tørfoder, men hovedparten af effekten blev nået allerede ved 0,5 % benzoesyre. Uden tilsætning af benzoesyre (gruppe 1) var tab af frit lysin stigende over tid (0 til 8 timer efter blanding), hvilket ikke var tilfældet for methionin og treonin.

Forsøget tyder på, at tilsætning af 1 % benzoesyre af tørfoder halverer dannelsen af mælkesyre i vådfoderet og resulterer i lidt højere pH efter fermentering. Tilsætning af 0,5 % og 1 % benzoesyre af tørfoder hæmmede væksten af gær i vådfoder.

Referencer

- [1] Vils E.; Pedersen A.Ø.; Canibe N. (2018): Aminosyretab i vådfoder. Meddelelse nr. 1150. SEGES Svineproduktion.
- [2] Maribo, H. (2003): Firmaprodukter til smågrise: Pioner Feed ADD-S, benzoesyre samt Ropadiar alene og i kombination med Greenacid LBF. Meddelelse nr. 577. Landsudvalget for Svin.
- [3] Poulsen, J.; Vinther, J.; Møller, S. (2015): Benzoesyre kan erstatte kobber i foder til smågrise. Meddelelse nr. 1057, Videncenter for Svineproduktion.
- [4] Poulsen, J.; Lindegaard J.; Vinther, J.; (2016): Tilsætning af 0,5% benzoesyre kan erstatte kobber til smågrise. Meddelelse nr. 1065, Videncenter for Svineproduktion.
- [5] Holm, M. (2010): Benzoesyre til slagtesvin. Meddelelse nr. 858. Videncenter for Svineproduktion.
- [6] Holm, M. & Anderson, M.L. (2012): Benzoesyre gav højere produktivitet hos slagtesvin. Meddelelse nr. 947. Videncenter for Svineproduktion.
- [7] Poulsen J.; Krogsdahl J. (2017): Ingen effekt af 0,5% benzoesyre efter 60 kg. Meddelelse nr. 1123. SEGES Svineproduktion.

Deltagere

Tekniker: Erik Bach

Afprøvning nr. 1534

Aktivitetsnr.: 051-130060

//LISH//

Appendiks 1

Fodersammensætning (eksklusiv vand), pH i vådfoder samt den procentvise restmængde i vådfoderet i hver besætning

Besætning	A	B
Råvaresammensætning	Byg (10,0 %)	Byg (26,1 %)
	Hvede (46,7 %)	Rug (52,3 %)
	Rug (14,4 %)	
	Havre (8,6 %)	
	Sojaskrå (16,9 %)	Sojaskrå (18,7 %)
	Vit.+min. forbl. (3,4 %)	Vit.+min. forbl. (2,9 %)
pH i vådfoder ¹⁾	5,54	4,67
Restmængde, %	27	ukendt
Besætning	C	D
Råvaresammensætning	Byg (16,6 %)	Byg (30,0)
	Hvede (50,5 %)	Hvede (25,5)
	Rug (6,0 %)	Rug (25,5)
	Havre (2,3 %)	Sojaskrå (15,8 %)
	Tilskudsfoder Provit 7734 (24,6 %)	Vit.+min. forbl. (3,2 %)
pH i vådfoder ¹⁾	4,94	5,44
Restmængde, %	35	24,9

1) pH målt ved ankomst til Laboratoriet i Foulum.

Appendiks 2

Fodersammensætning i laboratorieforsøget (melfoder)

Råvare	%
Byg	30,00
Hvede	45,14
Sojaskrå, afskallet	18,02
Sojaolie	2,50
Kridt	1,49
Monocalciumfosfat	0,59
Natriumchlorid	0,41
Lysin-L(HCL)98,5 %	0,64
DL-Methionin, 99 %	0,50
L-Treonin, 98,5 %	0,50
0,2 % vit+min. forbl. sl.svin	0,20

Appendiks 3

Beregnet og analyseret indhold af råprotein, totale og frie aminosyrer i tørfoder til laboratorieforsøget

Næringsstof	Beregnet	Analyseret tørfoder ¹⁾
Råprotein, %	16,5	17,0
Lysin g/kg	12,6	12,3
Methionin g/kg	7,2	6,9
Treonin, g/kg	10,4	10,1
Frit lysin, g/kg	5,04	4,88
Frit methionin, g/kg	4,95	4,61
Frit treonin, g/kg	4,89	4,62

1) Gennemsnit af otte analyser.

Appendiks 4

Mikrobiologiske analyser og organiske syrer i vådfoder/podekultur fra besætninger

Tabel 4.1 Gennemsnit af analyser af vådfoder fra fire besætninger. Der er analyseret én prøve pr. besætning, og pH er målt ved modtagelse af prøver i Foulum. Myresyre, propionsyre, Iso-smørsyre, smørsyre, Iso-valeriansyre var under detektionsgrænsen i alle prøver.

	Hjemmeblandet vådfoder (mel) ¹⁾
pH	5,15
Mælkesyrebakterier, log CFU pr. g	8,46
Enterobakterier, log CFU pr. g	5,38
Gær, log CFU pr. g	5,09
Skimmel, log CFU pr. g	<3,47 (1/4) ¹⁾
<i>Cl. perfringens</i> , log CFU pr. g	<2,00 (4/4) ¹⁾
Mælkesyre, mmol pr. kg	48,1
Eddikesyre, mmol pr. kg	18,5
Ravsyre, mmol pr. kg	1,1
Benzoesyre, mmol pr. kg	0

1) Tal i parentes angiver, hvor stor en andel af prøverne, hvor resultatet var under detektionsgrænsen (log CFU pr. g), som var 3 for enterobakterier og skimmel og 2 for *Cl. perfringens* i vådfoder.

Appendiks 5

Mikrobiologiske analyser og organiske syrer i vådfoder i laboratorieforsøget

Tablet 5.1 Mikroorganismer i grupper (dag 6). Gennemsnit af fire gentagelser pr. gruppe, med fire analyse pr. gentagelse (16 analyser pr. gruppe). Podekultur fra én besætning for hver gentagelse, i alt fire besætninger. Myresyre, propionsyre, Iso-smørsyre, smørsyre, Iso-valeriansyre var under detektionsgrænsen i alle prøver.

Gruppe	1	2	3
Benzoeyre, % af tørfoder	0	0,5	1,0
pH før opblanding	4,38	4,38	4,67
pH efter opblanding	4,64	4,62	4,85
Temp. °C	22,3	22,3	22,4
Mælkesyrebakterier, log CFU pr. g	8,90	8,64	8,24
Enterobakterier, log CFU pr. g	<3,00 (16/16) ¹⁾	<3,08 (15/16) ¹⁾	<3,13 (11/16) ¹⁾
Gær, log CFU pr. g	6,56	<3,23 (10/16) ¹⁾	<3,25 (11/16) ¹⁾
Skimmel, log CFU pr. g	<3,00 (16/16) ¹⁾	<3,00 (16/16) ¹⁾	<3,00 (16/16) ¹⁾
<i>Cl. perfringens</i> , log CFU pr. g	<2,00 (16/16) ¹⁾	<2,00 (16/16) ¹⁾	<2,09 (14/16) ¹⁾
Mælkesyre, mmol pr. kg	143,3	126,5	61,3
Eddikesyre, mmol pr. kg	23,3	14,2	10,9
Ravsyre, mmol pr. kg	1,4	0,7	0,0
Benzoesyre, mmol pr. kg	0,0	11,8	20,1
Benzoesyre g pr. kg vådfoder ²⁾	0,0	1,44	2,45
Benzoesyre % i tørfoder ³⁾	0,0	0,54	0,92

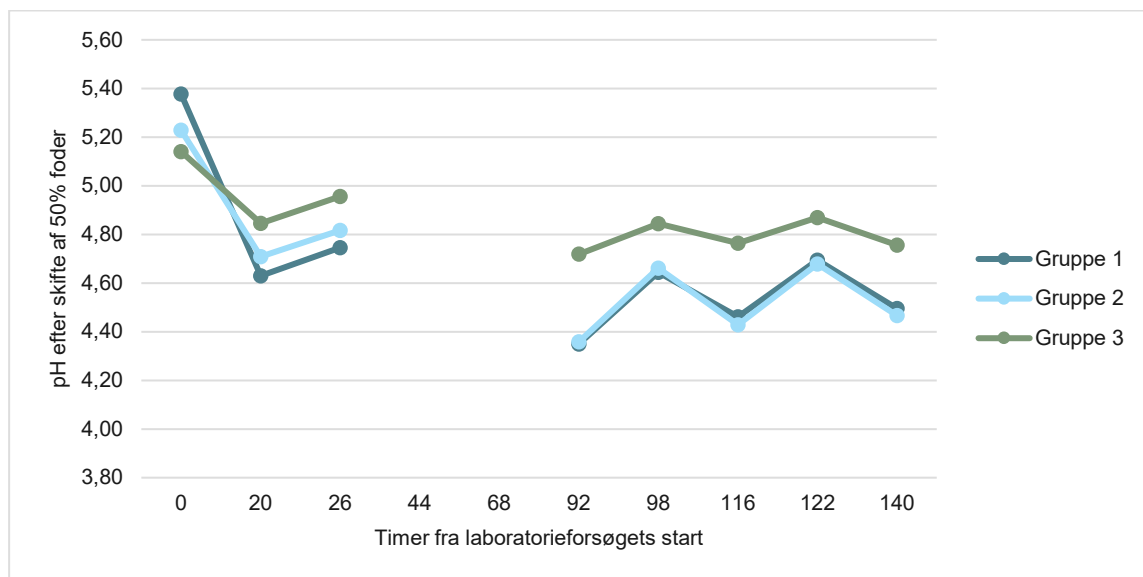
1) Tal i parentes angiver, hvor stor en andel af prøverne, hvor resultatet var under detektionsgrænsen (log CFU pr. g), som var 3 for enterobakterier, gær og skimmel og 2 for *Cl. perfringens*.

2) Omregnet ud fra benzoesyres molvægt er 122,13 g/mol.

3) Omregnet ud fra 26,67 % tørfoder af vådfoder.

Appendiks 6

pH i vådfoder i laboratorieforsøget



Figur 6.1. pH i vådfoder lige efter iblanding af 50 % frisk foder.

Tabel 6.1. pH ændring ved foderskifte. pH målt lige før og lige efter udskiftning af 50 % foder. Gennemsnit for de tre grupper.

Gruppe	1	2	3
Benzoeyre, % af tørfoder	0	0,5	1,0
pH ændring	0,28	0,24	0,17

Appendiks 7

Frie aminosyrer og biogene aminer

Tabel 7.1 Analyseresultater af frie aminosyrer og biogene aminer i grupperne i laboratorieforsøget. Gennemsnit af fire gentagelser pr. gruppe, med fire analyse pr. gentagelse (16 analyser pr gruppe). Podekultur fra én besætning for hver gentagelse, i alt fire besætninger.

Gruppe	1	2	3
Benzoeyre, % af tørfoder	0	0,5	1,0
Frit L-lysin, mg/kg	620	1358	1621
Frit DL-methionin, mg/kg	1271	1326	1340
Frit L-treonin, mg/kg	1077	1246	1252
Cadaverin, mg/kg	953	294	44
Putrescin, mg/kg	64	28	10
Agmatin, mg/kg	34	49	59

Tabel 7.2 Analyseresultater af frie aminosyrer og biogene aminer i gruppe 1 i henholdsvis alle 4 runder, runde 1 og runde 2-4. Gennemsnit af fire analyse pr. gentagelse/runde.

Gruppe	1	1	1
Benzoesyre, % af tørfoder	0	0	0
Runde/gentagelse	1-4	1	2-4
Frit L-lysin, mg/kg	620	1669	270
Frit DL-methionin, mg/kg	1271	1237	1282
Frit L-treonin, mg/kg	1077	1253	1018
Cadaverin, mg/kg	953	19	1265
Putrescin, mg/kg	64	8	83
Agmatin, mg/kg	34	50	29

Appendiks 8

Normalværdier for pH, mikrobiologi og organiske syrer i alm. og restløst vådfoder

(Svineproduktion.dk 2018)

	Almindeligt vådfoder	Restløst vådfoder
pH	4,5 - 5,0	5,0-6,0
Mælkesyrebakterier	10 ⁸ -10 ⁹ CFU pr. g vådfoder	10 ⁶ -10 ⁸ CFU pr. g vådfoder
Gær	10 ⁶ -10 ⁷ CFU pr. g vådfoder	10 ⁴ -10 ⁶ CFU pr. g vådfoder
Enterobakterier	Under 10 ³ -10 ⁴ CFU pr. g vådfoder	10 ⁴ -10 ⁵ CFU pr. g vådfoder
Skimmel	Under 10 ³ CFU pr. g vådfoder	10 ³ -10 ⁴ CFU pr. g vådfoder
Clostridium perfringens	Under 10 ² CFU pr. g vådfoder	Under 10 ² -10 ⁴ CFU pr. g vådfoder
Mælkesyre	40-150 mmol pr. kg vådfoder	0-10 mmol pr. kg vådfoder
Eddikesyre	10-50 mmol pr. kg vådfoder	0-10 mmol pr. kg vådfoder
Myresyre	0-40 mmol pr. kg vådfoder	0-10 mmol pr. kg vådfoder
Ethanol	0,1-4 g pr. kg vådfoder	0,0-0,5 g pr. kg vådfoder



Tlf.: 33 39 45 00

svineproduktion@seges.dk

Ophavsretten tilhører SEGES. Informationerne fra denne hjemmeside må anvendes i anden sammenhæng med kildeangivelse.

Ansvar: Informationerne på denne side er af generel karakter og søger ikke at løse individuelle eller konkrete rådgivningsbehov.

SEGES er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.