

# TEST AF TRE ZINKKILDER TIL SMÅGRISE

Hanne Maribo<sup>a</sup>, Jeanett S. Pelck<sup>a</sup>, Tina Skau Nielsen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aarhus Universitet, Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab <sup>a</sup>SEGES Innovation P/S, Den rullende Afprøvning

STØTTET AF

**Svine**afgiftsfonden

---

## Hovedkonklusion

Tildeling af Availa® Zn eller HiZox til smågrise som alternativ til traditionel zinkoxid kan umiddelbart ikke betale sig. Der var ingen positiv effekt på produktionsværdien. HiZox gav øget forekomst af diarrébehandlinger, både umiddelbart efter fravæning og i perioden efter foderskift ved 15 kg, sammenlignet med zinkoxid og Availa® Zn.

---

## Sammendrag

Denne Meddelelse afrapporterer anden del af det overordnede projekt 'Alternative zinkkilder'. Første forsøg blev gennemført på Aarhus Universitet (af SEGES Innovation), og testede tildeling af 100 ppm af forskellige zinkkilder til smågrise, herunder zinkoxid (ZnO); ZnSO<sub>4</sub>; ECO-Trace (zinkglycinat); Availa® Zn (aminosyrebundet zink); Hydroxy Zink (kovalent bundet zink) og HiZox (mikroniseret zink). Resultaterne viste, at fordøjeligheden af de enkelte zinkkilder varierede, idet Availa® Zn og HiZox havde den bedste fordøjelighed sammenlignet med ECO-Trace og der var ingen forskel sammenlignet med ZnO og ZnSO<sub>4</sub>. Disse to zinkkilder blev derfor udvalgt til afprøvning under praktiske forhold og sammenlignet med det billigere ZnO. I denne afprøvning indgik tre grupper, hvor der i foderet til smågrise blev tilsat 100 ppm af hhv. ZnO, Availa® Zn og HiZox, idet der i henhold til loven maksimalt må være 150 ppm i foderet og det naturlige indhold i foderråvarerne er ca. 50 ppm.

Afprøvningen viste ingen forskel i produktionsværdi imellem de tre grupper. Forekomsten af diarrébehandlinger var højere blandt smågrise, der fik 100 ppm HiZox sammenlignet smågrise, der fik ZnO og Availa® Zn. Derudover var tilvækst og foderoptagelse for grise, der fik HiZox, lavere de første tre uger efter fravæning i forhold til grise, der fik ZnO. Denne forskel kan skyldes en effekt af øget diarré.

Tildeling af Availa® Zn eller HiZox til smågrise som alternativ til traditionel zinkoxid kan umiddelbart ikke betale sig. Der var ingen positiv effekt på produktionsværdien. Tilsætning af HiZox resulterede i en øget forekomst af diarrébehandlinger både umiddelbart efter fravæning og i perioden efter foderskift ved 15 kg, sammenlignet med ZnO og Availa® Zn.

## Baggrund

Stop for brug af medicinsk zink (2500 ppm zink i foderet de første 14 dage efter fravæning) i fravænningsfoderet har i praksis medført en stigning i forekomsten af diarré, som kræver antibiotikabehandling. Flere danske forsøg har vist en fordobling i diarrébehandlinger hos grise, som fravænnedes uden brug af medicinsk zink de første 14 dage efter fravæning [13],[14],[15]. De samme forsøg har vist, at medicinsk zink i fravænningsfoderet reducerer diarré ud over de første 14 dage, imens der ikke ses effekt på tilvækst og foderudnyttelse i perioden herefter.

Zink er et essentielt mikromineral, og organismen kan kun deponere relativt små mængder (< 50 mg/kg kropsvægt). Derfor skal der dagligt tilføres zink via foderet for at dække det endogene tab [1],[2]. Zink spiller også en vigtig rolle for vækst og energiomsætning og indgår som strukturel og katalytisk bestanddel i mange enzymer, der involverer fx celledeling, DNA- og proteinsyntese, proteinfordøjelse, sårheling og knogledannelse [3]. Zink har også effekt på tarmen, idet nogle [16], men ikke alle [17], studier har vist, at høje niveauer af zink (2500 ppm eller mere) bl.a. kan stabilisere mikrofloraen, øge tykkelsen af mucosa samt villihøjden. Sidst, men ikke mindst, er zink vigtig for immunsystemet. Symptomer på zinkmangel er nedsat vækst og appetit samt diarré, og ved længerevarende utilstrækkelig forsyning kan der opstå sår i huden. Zinkmangel reducerer også aktiviteten af fordøjelsesenzymer og nedsætter grisens evne til at fordøje foderet. Dette kan indirekte være med til at forårsage diarré, idet ufordøjet protein og kulhydrat kan passere fra tyndtarm til tyktarm.

Overordnet skal zink være til stede i foderet i tilstrækkelige mængder og ikke mindst i en biotilgængelig form for, at grisene kan fungere optimalt. Det lovlige totalindhold af zink i foderet til grise ligger på 150 mg pr. kg. Heraf forventes der at være et naturligt indhold i foderet på ca. 50 mg pr. kg, så der kan tilsættes 100 mg pr. kg (100 ppm) fra de forskellige zinkkilder. Zink udskilles hurtigt fra kroppen, og hvis zinkniveauet i grisenes blod bliver for lavt, får det negative konsekvenser for produktivitet og sundhed. Det er derfor relevant at undersøge, om alternativer til zinkoxid (ZnO) kan fremme produktivitet og reducere diarrébehandlinger i smågriseperioden.

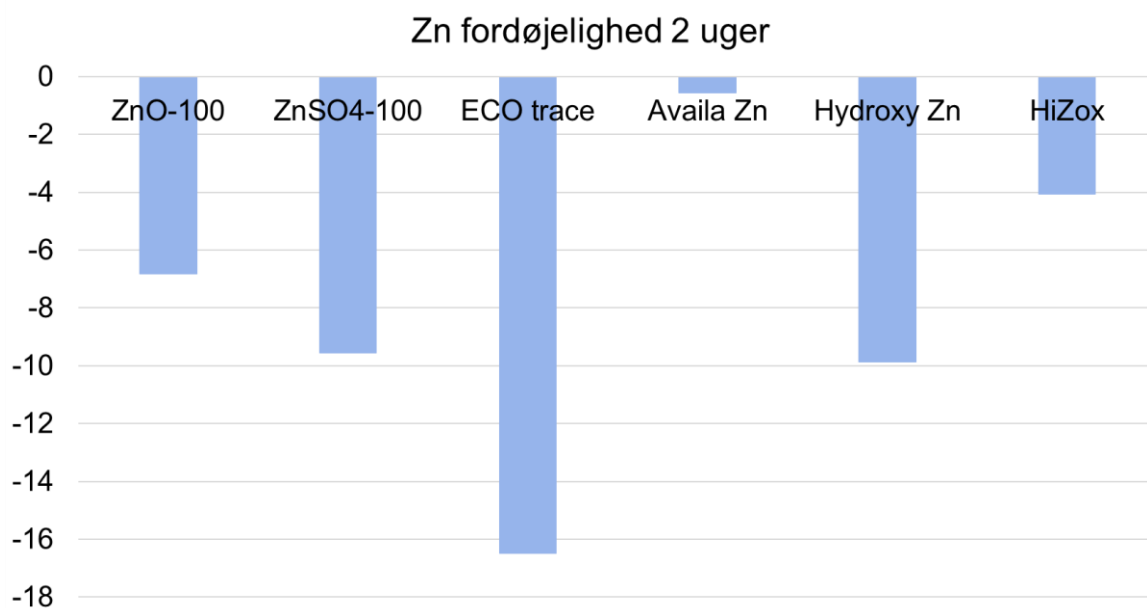
Zink absorberes til blodbanen på fri ion-form, det vil sige ikke som fx zinkoxid (ZnO) eller zinksulfat (ZnSO<sub>4</sub>), men som Zn<sup>2+</sup>-ioner og muligvis også, hvis bundet til en aminosyre, primært i den øvre del af tyndtarmen, enten ved hjælp af transportproteiner eller ved simpel koncentrationsafhængig diffusion [7]. Mængden af frit zink i tarmen afhænger bl.a. af zinkkildens opløselighed og som udgangspunkt er mængden af frit zink i tarmen afgørende for, hvor meget, der kan optages til blodbanen. Optagelsen af zink-ioner afhænger imidlertid også af indholdet af øvrige mineraler i foderet, såsom jern, kobber og calcium, som konkurrerer med zink om de samme transportmekanismer i tarmcellerne. Derudover har foderets indhold af fytat stor betydning for mængden af absorberbart zink, idet fytatmolekylet kan kompleksbinde op til seks zink-ioner og derved hindre absorption. Tilsætning af enzymet fytase til foderet øger derfor også tilgængeligheden af zink i foderet væsentligt [7]. Uorganiske zinkkilder som ZnO og ZnSO<sub>4</sub> har en lav tilgængelighed på ca. 20-40 % i vækstgrise [4] og helt ned til 10 % i nyfravænnede grise [5]. Zinkoxid er traditionelt den mest anvendte zinkkilde fordi det er billigst. På markedet findes en del andre formuleringer af zink end de uorganiske former, hvor målet har været at udvikle produkter med højere tilgængelighed. Det er gjort enten ved at ændre den fysiske struktur af zinken, ved at binde zink i aminosyrekomplekser eller fx indkapsle zink i kulhydrat eller fedt.

Nedenfor angives korte beskrivelser af alternative zinkkilder iht. producenters/forhandlers anbefalinger:

- Zinksulfat (ZnSO<sub>4</sub>) menes at have højere opløselighed i tarmen i forhold til ZnO.
- Mikroniseret zink/Nano-zink – meget fint pulver med 10 gange større overflade og tilgængeligheden af zink skulle dermed være øget i forhold til ZnO.

- Hydroxyzink, der er bundet i en struktur, der gør det stabilt både i premix og foder, og som frigøres langsomt i tarmen og har en høj biotilgængelighed i tarmen i forhold til ZnO.
- Potentiateret zinkoxid er et porøst zink med stor overflade, højere opløselighed i forhold til ZnO og kan lettere interagere med bakterier i tarmen og tarmepitelet.
- Zinkchelater fx aminosyrebundet zink (fx glycin/lysin/methionin) - disse zinkkilder har højere biotilgængelighed og optages i tarmen som en aminosyre og kommer derfor ikke i konkurrence med de øvrige mineraler i forhold til ZnO.
- Coated zink indkapslet i enten kulhydrat eller protein, og skulle medføre en øget tilgængelighed af zink i tarmen i forhold til ZnO.

Denne Meddelelse afrapporterer del to i test af alternative zinkkilder. Første forsøg blev gennemført på Aarhus Universitet (af SEGES Innovation) og testede fordøjeligheden af tildeling af 100 ppm af forskellige zinkkilder til fravænningsfoder: ZnO, ZnSO<sub>4</sub>, ECO-Trace (zinkglycinat), Availa® Zn (aminosyrebundet zink), Hydroxy Zn (kovalent bundet Zn), HiZox (mikroniseret zink). Resultaterne viste, at fordøjeligheden af zink som udgangspunkt varierede afhængigt af zinkkilden, idet Availa® Zn og HiZox havde den højeste fordøjelighed sammenlignet med zinkglycinat. Samtidig var der ingen forskel i zinkfordøjelighed mellem Availa® Zn og HiZox i forhold til ZnO og ZnSO<sub>4</sub>, men der var ikke var forskel over til de øvrige uorganiske zinkkilder (figur 1). Forskellene i fordøjelighed blev ikke afspejlet i øget indhold af zink i blodet [8]. Det skal bemærkes, at fordøjeligheden af alle zinkkilder doseret med 100 ppm var negativ, hvilket vil sige, at grisene udskilte mere zink i tarmen end de optog.



**Figur 1.** Fordøjelighed af zinkkilder to uger efter fravæning [8].

På baggrund af disse resultater blev det besluttet at teste effekten på produktivitet og diarré af 100 ppm zink fra de to alternative zinkkilder, der havde bedst fordøjelighed, (Availa® Zn fra Zinpro og HyZox fra Animine) sammenlignet med ZnO som kontrol i en dosering på 100 ppm.

Availa® Zn indeholder zink, som er bundet til aminosyrer, der skulle være mere stabile og mindre tilbøjelige til at interagere med andre mineraler samt give en bedre beskyttelse overfor kompleksbinding i fytat [10]. Desuden skulle dette give en bedre fordøjelighed, idet optagelsen sker som en aminosyre, det vil sige ikke via de sædvanlige zink-transportere i tyndtarmen, som er i konkurrence med andre mineraler [11],[8].

HiZox er mikroniseret zink (nano-zink), der er produceret ud fra ZnO, men hvor partikelstørrelsen er mindsket ( $\leq 100$  nm) sammenlignet med "almindelig" ZnO ( $\geq 150$  nm) [13]. Den reducerede partikelstørrelse gør, at der kan være flere partikler pr. volumenenhed og dermed et større overfladeareal for optagelse.

**Hypotesen** var, at zinkkilder med høj optagelighed kan øge tilvæksten med 20 g/dag og reducere diarrébehandlinger efter fravæning med ca. 50 % i forhold til ZnO, når alle zinkkilder doseres til at bidrage med 100 ppm zink.

## Formål

Projektet har overordnet til formål at sikre god produktivitet og et lavt antibiotikaforbrug hos smågrise.

## Materialer og metoder

### Gennemførelse

Afprøvningen blev gennemført på Forsøgsstation Grønhøj. Grisene blev indsat i otte sektioner ad to omgange. Fire sektioner havde 18 stier med 9-10 grise pr. sti, mens de resterende fire sektioner havde 12 stier med 14-15 grise pr. sti. Der var lukkede stiadskillelser mellem stierne for at reducere gødningskontaminering mellem stierne.

Hver sti var en forsøgsenhed og tre stier udgjorde et hold, som var én gentagelse. I nogle hold var der fire grupper, da gruppe 1 indgik to gange for at øge sikkerheden på bestemmelsen af kontrolgruppen. Forsøgsenheden var alle grise i én sti, dvs. de blev vejet samlet på brovægt og fodertildelingen blev opgjort pr. sti. Der blev fodret efter ædelyst, og der var én tørfoderautomat med drikkeventil og en ekstra drikkekop pr. sti. Fodertildeling på stiniveau blev styret af det computerstyrede fodringsanlæg (Spotmix), og foderskift mellem blandinger foregik over tre dage.

Alle smågrise blev fravænnet ved ca. 25-26 dages alderen og kom direkte fra soen. Grisene blev indkøbt fra to producenter (Blå SPF-status). Pattegrisene havde adgang til foder i farestalden. Ved ankomst blev grisene opdelt efter køn og størrelse og vejet stivist. Grisene blev vaccineret mod PCV2 med 1,0 ml Circoflex pr. gris ved ankomst. Grisene indgik i forsøg til afgang ved ca. 25-30 kg. Diarrébehandlinger blev gennemført og registreret som individbehandlinger, alle behandlede grise blev individremærket. Diarrébehandlinger blev opgjort pr. sti.

### Foder

Grisene fik to grundblandinger i forsøgsperioden, ved hhv. 6-15 kg og 15-30 kg med et foderskift over tre dage. Hver grundblanding blev tilsat en af de tre zinkkilder (tabel 1).

**Tabel 1.** Forsøgsdesign. Tilsætning af de enkelte zinkkilder.

Periode	Dage	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Estimeret foderoptagelse pr. gris
1	Dag 1-21, ca. 7-15 kg	100 ppm ZnO	100 ppm Availa® Zn	100 ppm HiZox	13 kg
2	Dag 22-48, ca. 15-30 kg	100 ppm ZnO	100 ppm Availa® Zn	100 ppm HiZox	22 kg

Der indgik i alt 93 gentagelser af gruppe 1 og 71 gentagelser af gruppe 2 og 3. I anden runde blev 18 hold udvejet efter mellemvejning grundet fodermangel. Af statistiske årsager indgår grisene i disse hold kun til og med foderskift ved mellemvejningen.

**Tabel 2.** Antal grise og vægt ved indsættelse, mellemvejning og afgang (gennemsnit).

Zinkkilde tilsat foderet	ZnO (100 ppm)	Availa® Zn (100 ppm)	HiZox (100 ppm)
<b>Gruppe</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Antal stier	93	71	71
Antal grise indsat	1.098	785	781
Vægt ved indsættelse (kg)	7,0	6,8	6,9
Antal grise ved foderskift	1.085	776	769
Vægt ved foderskift (kg)	15,0	14,8	14,6
Antal grise ved afgang	640	443	464
Vægt ved afgang (kg)	27,8	28,2	27,7

Fodersammensætningen og beregnet næringsstofindhold fremgår af appendiks 1.

## Foderproduktion

De endelige foderblandinger skulle indeholde 100 ppm zink tilsat fra de tre forskellige zinkkilder. For at sikre dette, blev der produceret og analyseret premixer, forblandinger og grundblandinger i flere trin. De fire mineralske premix blev produceret af Vilomix og de to grundblandinger (6-15 kg og 15-30 kg) og tre forblandinger blev produceret af Danish Agro i Vrå. Mellem alle produktioner blev der kørt en rensblanding for at undgå overslæb.

Foderdesign:

Premix	Vitamin/mineral premix	ZnO premix	Availa® Zn premix	HiZox premix
--------	---------------------------	------------	-------------------	--------------

Forblanding	ZnO	Availa® Zn	HiZox
-------------	-----	------------	-------

Grundblanding	Grund 6-15 kg	Grund 15-30 kg
---------------	---------------	----------------

Udfodring	Grund 6-15 kg + ZnO	Grund 15-30 kg +Availa® Zn	Grund 15-30 kg HiZox
	Grund15-30 kg + ZnO	Grund 15-30 kg +Availa® Zn	Grund 15-30 kg HiZox

Først blev der produceret en premix optimeret til 10 % iblanding i de tre zink-forblandinger. Disse forblandinger skulle indgå i det endelige foder bestående af ca. 10 % forblanding og 90 % grundblanding. Iblanding af premix og forblanding blev baseret på det analyserede zinkindhold for at sikre 100 ppm tilsat zink.

Indledningsvist blev der på Vilomix produceret premix med de tre forskellige zinkkilder (tabel 3) og en vitamin/mineral premix uden tilsat zink til grundblandingerne. Iblanding af zinkkilderne i premix blev baseret på det garanterede zinkindhold i produkterne. Det analyserede indhold af zink i premix-blandingerne bestemte doseringen af premix i de tre zink-forblandinger.

Analyser af premix (appendiks 1, tabel 1) viste, at zinkindholdet i premixerne stemte overens med beregningerne for gruppe 1 og 2, men at indholdet af zink i premix til gruppe 3 var 43 % lavere end forventet. Det kan kun skyldes en blande fejl hos Vilomix, idet analyser af zinkindholdet i HiZox viste, at produktet indeholdt 84,5 % zink (deklareret 75 %), baseret på en firedobbelt bestemmelse.

Doseringen i forblandingen blev fastlagt på baggrund af det fundne indhold af zink i premixerne. Indhold af premix i forblandingen til gruppe 3 blev øget til 24,5 %, for at sikre, at alle grupper af grise fik 100 ppm af de enkelte zinkkilder i foderet (appendiks 1, tabel 2).

Efter fremstilling af grundblandingerne og forblandingerne tilsat premix med zinkkilderne, blev indholdet af zink analyseret, og det analyserede indhold bestemte forholdet mellem forblanding og grundblanding til de enkelte tre grupper (appendiks 1, tabel 2).

Undervejs blev der løbende udtaget foderprøver i foderautomaterne. Prøverne blev samlet til samleprøver og sendt til analyse.

**Tabel 3.** Zinkkilder, indhold og priser.

	Gruppe	Garanti zink (%)	Pris, kr./kg	Kr. pr. 100 kg foder 100 ppm tilsat
ZnO	1	72	13,10	0,18
Availa® Zn	2	10	38,50	3,21
HiZox	3	75	129,50 (17,37 EUR)	0,24

## Analyser af foder

Analyseresultater fremgår af appendiks 2.

Analyserne af foderet i krybben viste generelt god sammenhæng mellem det beregnede og analyserede indhold, og der var ikke forskel i energi, protein og aminosyrer tildelt de tre grupper. Det totale zinkindhold var på samme niveau i alle seks udfodrede blandinger (146-157 ppm.)

I blandingerne til gruppe 3 var der et let forhøjet calciumindhold. Dette skyldtes, at doseringen af premix til gruppe 3 (HiZox) måtte øges ved produktion af forblandingerne for at sikre samme indhold af zink til alle tre grupper, som følge af, at der var et lavere zinkindhold i premix til gruppe 3.

## Statistik

Variablerne "Foderoptagelse, FESv pr. dag", "Foderudnyttelse, FESv pr. kg tilvækst", "Daglig tilvækst, gram pr. gris pr. dag" og "Produktionsværdi kr. pr. gris pr. dag" blev beregnet og statistisk analyseret for perioderne 6-15 kg, 15-30 kg og 6-30 kg. Variablerne blev analyseret med generaliserede lineære miksede modeller (GLMM) i R, enten med en betinget gaussisk fordeling eller t-fordeling. Alle modeller inkluderer hold som tilfældig effekt og faktoren gruppe som systematisk effekt. Der blev yderligere korrigeret for indsættelsesvægt, stistørrelse og antal dage i perioden.

For diarrébehandlinger blev antal førstebehandlinger pr. sti og antal behandlingsdage analyseret for de tre vækstperioder ved at anvende GLMM med en betinget generaliseret Poisson fordeling. Alle modeller inkluderer hold som tilfældig effekt samt gruppe som systematisk effekt. Der blev korrigeret for stistørrelse og indsættelsesvægt. For analyser af variabelen "antal førstebehandlinger pr. sti", blev der yderligere korrigeret for periodelængden. I alle analyser er der foretaget parvise sammenligninger korrigeret for multipel testning.

## Resultater og diskussion

### Produktivitet

Produktiviteten i form af daglig tilvækst, foderoptagelse og foderudnyttelse er præsenteret i tabel 4. Fra indsættelse i smågrisestalden til foderskift (ca. 7,0 kg til ca. 15 kg) havde grisene, der fik HiZox den laveste tilvækst og foderoptagelse sammenlignet med grisene, der fik ZnO og Availa® Zn. For at opnå signifikant forskel, skulle der være en forskel på minimum 14 g/dag og 0,02 FESv/dag. Det var kun

forskel i tilvækst mellem ZnO og HiZox, der var signifikant. Den daglige tilvækst var 326 g/dag i gruppe 1 og 309 g/dag i gruppe 3. Foderoptagelsen var 0,48 FEs pr. dag i gruppe 1 og 0,45 FEs pr. dag i gruppe 3. Der var ikke forskel i foderudnyttelse blandt nogen af grupperne. I perioden fra foderskift ved ca. 15 kg til afgang ved ca. 28 kg og i den samlede periode fra indsættelse til afgang var der ikke forskel i produktivitet (tabel 4).

**Tabel 4.** Produktivitet: daglig tilvækst, foderoptagelse og foderudnyttelse for smågrise tildelt 3 forskellige zinkkilder angivet som (LS means).

Zinkkilde tilsat foderet	ZnO	Availa® Zn	HiZox	Signifikans (p<0,05)			Mindste signifikante forskel
				1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3	
<b>Gruppe</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>				
Indsættelse til ca. 15 kg				1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3	
Daglig tilvækst (g)	326a	319ab	309b	ns	0,009	ns	14
Foderoptagelse (FEs/dag)	0,48a	0,46ab	0,45b	ns	0,001	ns	0,02
Foderudnyttelse (FEs/kg)	1,47	1,48	1,47	ns	ns	ns	0,02
Ca. 15-30 kg							
Daglig tilvækst (g)	825	816	814	ns	ns	ns	24
Foderoptagelse (FEs/dag)	1,28	1,26	1,28	ns	ns	ns	0,03
Foderudnyttelse (FEs/kg)	1,55	1,55	1,57	ns	ns	ns	0,02
Indsættelse til afgang							
Daglig tilvækst (g)	548	537	535	ns	ns	ns	15
Foderoptagelse (FEs/dag)	0,83	0,81	0,82	ns	ns	ns	0,02
Foderudnyttelse (FEs/kg)	1,51	1,51	1,52	ns	ns	ns	0,02

a,b: Værdier med forskellige bogstaver er signifikant forskellige (p<0,05).

## Produktionsværdi

Produktionsværdien er dækningsbidraget, hvis foderet i alle grupper havde kostet det samme som kontrollfoderet. Der var ikke forskel i produktionsværdi imellem grupperne, beregnet ved samme foderpris (tabel 5). Det vil sige, at en ekstraomkostning til en alternativ zinkkilde ikke kan betales med forbedret produktivitet.

**Tabel 5.** Produktionsværdi, beregnet som kr./gris eller kr./gris/dag for indsættelse til 15 kg, 15-28 kg og for den samlede periode angivet som LS means. Beregningerne er baseret på et 5 års gennemsnitligt prissæt 2018-2023.

Zinkkilde tilsat foderet	ZnO	Availa® Zn	HiZox	Signifikans (p<0,05)			Mindste signifikante forskel
				1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3	
<b>Gruppe</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>				
Indsættelse til ca. 15 kg							
Kr./gris/dag	0,69	0,67	0,66	ns	ns	ns	0,04
Kr./gris	16,90	16,46	16,34	ns	ns	ns	
Indeks	100	97	96	ns	ns	ns	
15-28 kg							
Kr./gris/dag	3,76	3,77	3,65	ns	ns	ns	0,12
Kr./gris	79,71	79,88	77,36	ns	ns	ns	
Indeks	100	100	97	ns	ns	ns	
Indsættelse til afgang v. 28 kg							
Kr./gris/dag	2,06	2,06	2,03	ns	ns	ns	0,06
Kr./gris	94,69	94,55	93,27	ns	ns	ns	
Indeks	100	100	99	ns	ns	ns	

## Sundhed

Sundheden i form af påbegyndte diarrébehandlinger og alle behandlingsdage pr. gris er angivet i tabel 6. Efter fravæning og indtil grisene vejede ca. 15 kg (efter ca. 25 dage), var der signifikant flere påbegyndte diarrébehandlinger og totale behandlingsdage pr. gris blandt grisene, der fik HiZox, sammenlignet med grisene, der fik ZnO. Der var 0,83 grise pr. sti i gruppe 1 sammenlignet med 1,51 grise pr. sti i gruppe 3, der fik påbegyndt diarrébehandling. I gruppe 1, 2 og 3 blev hver påbegyndt gris behandlet henholdsvis 2,1, 2,94 og 4,23 dage. Der var desuden en tendens til flere totale diarrébehandlinger blandt grisene, der fik HiZox sammenlignet med grisene, der fik Availa® Zn (tabel 6).

I perioden fra 15 kg og til udvejning ved ca. 28 kg (efter ca. 45 dage) var der tendens til flere påbegyndte diarrébehandlinger og signifikant flere totale behandlingsdage pr. gris blandt grise, der fik HiZox sammenlignet med ZnO. Der var tendens til flere totale behandlingsdage pr. gris for grise, der fik HiZox sammenlignet med grise, der fik Availa® Zn (tabel 6).

For den samlede periode var der signifikant flest påbegyndte diarrébehandlinger i gruppen, der fik HiZox sammenlignet med både ZnO og Availa® Zn, uanset om det var antallet af påbegyndte diarrébehandlinger eller totale antal behandlingsdage pr. gris (tabel 6).

Der var ikke forskel i antallet af døde grise og antallet af grise sat i sygesti, hvilket afprøvningen heller ikke var dimensioneret til at analysere. I alt døde 10 grise (0,6 %) i afprøvningen og 65 (3,6 %) blev sat i sygesti.



**Table 6.** Behandlingsdage/gris. Beskrevet med LS-means og opgjort som første behandlinger opgjort pr. sti med gennemsnitligt 11,3 grise og totale diarrébehandlinger.

Zinkkilde tilsat foderet	ZnO	Availa® Zn	HiZox	Signifikans (p<0,05)		
Gruppe	1	2	3			
Indsættelse til ca. 15 kg				1 vs 2	1 vs 3	2 vs 3
<b>Påbegyndte</b> diarrébehandlinger grise/sti	0,83a	1,07ab	1,51b	ns	0,0001	ns
<b>Alle</b> behandlingsdage/gris	2,10a	2,94ab	4,23b	ns	0,0001	Tend.*
15 kg til afgang						
<b>Påbegyndte</b> diarrébehandlinger grise/sti	0,38	0,40	0,76	ns	Tend.**	ns
Alle behandlingsdage/gris	1,50a	1,57ab	3,39b	ns	0,024	Tend.***
Indsættelse til afgang						
<b>Påbegyndte</b> diarrébehandlinger grise/sti	1,45a	1,79a	2,64b	ns	0,0001	0,042
<b>Alle</b> behandlingsdage/gris	4,57a	6,27a	9,71b	ns	0,0001	0,027

a,b: Værdier med forskellige bogstaver er signifikant forskellige (p<0,05).

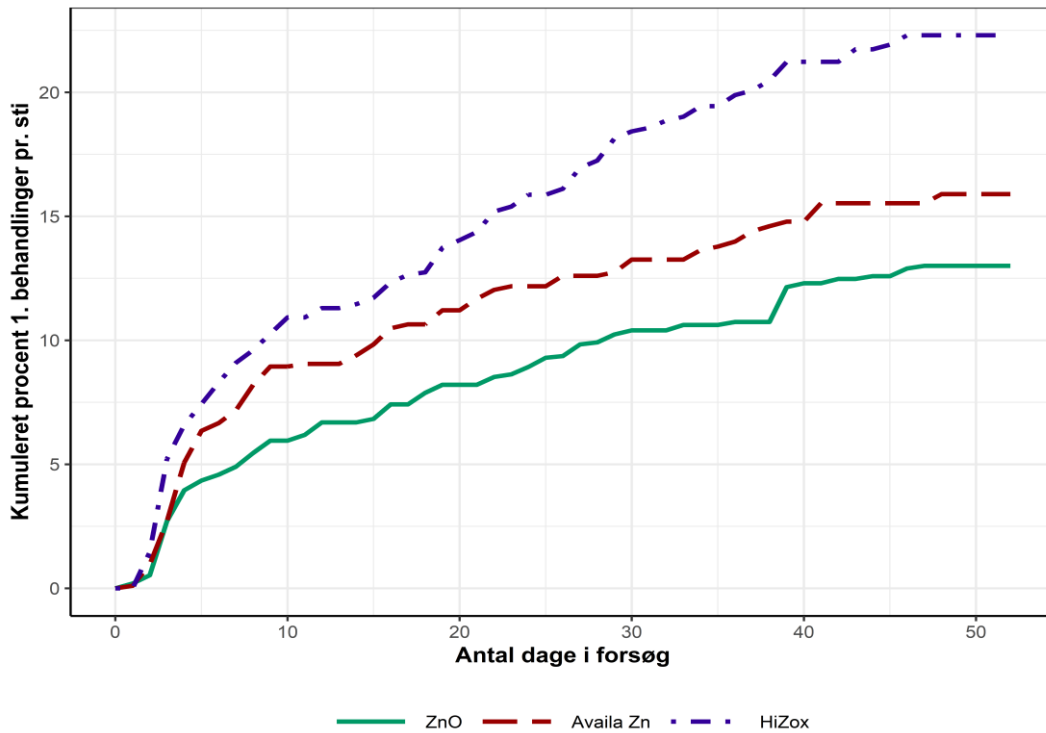
\* tendens til flere diarrébehandlinger i gruppe 3 if. gruppe 2 p=0,096

\*\* tendens til flere diarrébehandlinger i gruppe 3 if. gruppe 2 p=0,090

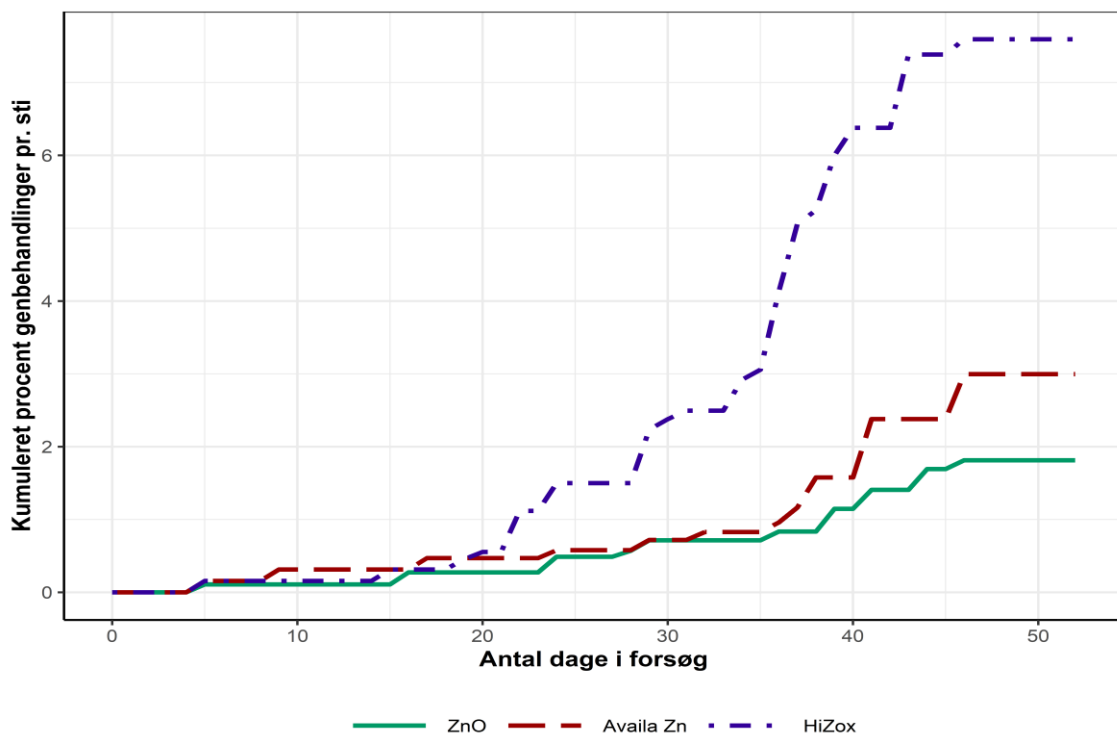
\*\*\* tendens til flere diarrébehandlinger i gruppe 3 if. gruppe 2 p=0,051

En opgørelse af andelen af første, gentagne og totale behandlinger (figur 2, 3 og 4) over hele vækstperioden viser:

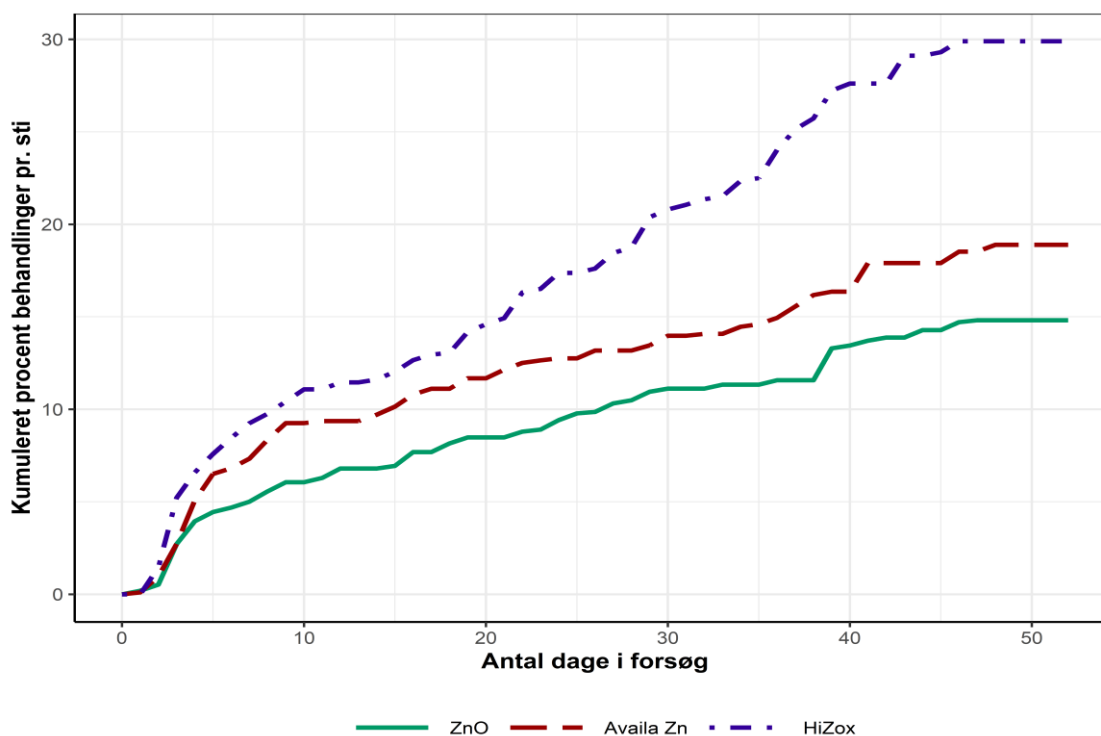
- At antallet af førstebehandlinger, genbehandlinger og totale diarrébehandlinger var højest for grisene, der fik HiZox fra indsættelse til udvejning.
- For førstebehandlinger ses, at antallet stiger stejlest de første 10 dage, hvorefter det flader ud for ZnO og Availa® Zn.
- Antallet af genbehandlinger for diarré var meget begrænset indtil grisene var ca. 20 dage, herefter steg det mest markant for grisene, der fik HiZox.



Figur 2. Overblik over kumuleret andel af grise pr. sti førstegangsbehandlet opdelt efter zinkkilde tilsat foderet.



Figur 3. Overblik over kumuleret andel af grise, der er blevet genbehandlet for diarré opdelt efter zinkkilde tilsat foderet.



Figur 4. Overblik over kumuleret andel behandlinger opdelt efter zinkkilde tilsat foderet.

### Effekt af højere calcium

Som følge af den øgede dosering af forblendingen til grisene, der fik HiZox, fik denne gruppe et højere indhold af calcium sammenlignet med grisene, der fik ZnO og Availa® Zn. Grisene, der fik HiZox, fik mellem 1,5-2,0 g calcium/FEsv mere end grisene, der fik ZnO og Availa® Zn (se tabel 7).

En tidligere undersøgelse har vist, at der var en marginal stigning i forekomsten af diarré ved at øge calciumindholdet i foderet fra 4,3 til 10,6 g/FEsv. Desuden gav en øgning i calciumindhold fra 7,8 til 9,5 g calcium/FEsv en stigning i antal dage med diarrébehandlinger på 0,3 dage/gris i gennemsnit [9].

Effekten af, at grisene, der fik HiZox, samtidig fik et øget niveau af calcium, er ikke nok til at forklare den statistisk øgede diarréforekomst, som blev fundet for denne gruppe, idet forskellene i behandlingsdage er noget større (1,5-2 dage) i denne afprøvning sammenlignet med 0,3 dage/gris i den tidligere afprøvning [9]. På den baggrund vurderes det ikke sandsynligt, at det øgede calciumindhold i foderblandingerne til HiZox gruppen kan forklare det øgede antal diarrébehandlingsdage pr. gris indtil 15 kg og det ændrer ikke konklusionen vedrørende diarré i denne afprøvning.

Tabel 7. Calciumniveau (g/FEsv) for hhv. gruppe 1, 2 og 3.

Zinkkilder	ZnO	Availa® Zn	HiZox
	1	2	3
	Analyse	Analyse	Analyse
Blanding 1: Calcium, g/FEsv	8,4	7,9	9,9
Blanding 2: Calcium, g/FEsv	8,0	7,7	9,6

## Diskussion

Afprøvningen viste ingen forskel i produktionsværdi imellem de tre grupper. Det kan derfor umiddelbart ikke betale sig at købe en af de to dyrere, alternative zinkkilder frem for ZnO.

Afprøvningen viste, at fravænnede grise, der fik 100 ppm zink fra HiZox havde en øget forekomst af diarré sammenlignet med grise, der fik ZnO og Availa® Zn. Derudover var tilvækst og foderoptagelse for grise, der fik HiZox, lavere de første tre uger efter fravæning i forhold til grise, der fik ZnO. Dette kan have været en effekt af den øgede forekomst af diarré. Foderet til grise, der fik HiZox havde et let forhøjet indhold af calcium, som følge af en blandedefejl ved produktion af premix. Baseret på en tidligere undersøgelse [8] kan effekten af det let forhøjede calciumindhold ikke have påvirket forekomsten af diarré betydeligt.

## Konklusion

Tildeling af Availa® Zn eller HiZox til smågrise som alternativ til traditionel zinkoxid kan umiddelbart ikke betale sig. Der var ingen positiv effekt på produktionsværdien, men tværtimod en øget forekomst af diarrébehandlinger både umiddelbart efter fravæning og i perioden efter foderskift ved 15 kg, når der blev tildelt HiZox, sammenlignet med zinkoxid og Availa® Zn.

**Hypotesen** om, at to zinkkilder med forventet høj optagelighed øgede tilvæksten med 20 g/dag og reducerede diarrébehandlinger efter fravæning med ca. 50 % i forhold til ZnO (tilsat med 100 ppm fra zinkkilden) kunne afvises.

## Referencer

- [1] Carlson, D.; Beattie, J.H.; Poulsen, H.D. Assessment of zinc and copper status in weaned piglets in relation to dietary zinc and copper supply. *Journal of animal physiology and animal nutrition* 2007, 91, 19-28, [10.1111/j.1439-0396.2006.00637.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2006.00637.x).
- [2] Buff C. E.; D. W. Bollinger; M. R. Ellersieck; W. A. Brommelsiek & T. L. Veum (2005): Comparison of growth performance and zinc absorption, retention, and excretion in weanling pigs fed diets supplemented with zinc-polysaccharide or zinc oxide. *Journal of animal science*. Vol. 83, pp. 2380-2386.
- [3] Bonetti, A; B. Tugnoli; A. Piva & E. Grilli (2021): Towards Zero Zinc Oxide: Feeding Strategies to Manage Post-Weaning Diarrhea in Piglets. *Animals*, 11:642.
- [4] Poulsen, H.D.; Larsen, T. Zinc excretion and retention in growing pigs fed increasing levels of zinc oxide. *Livestock Production Science* 1995, 43, 235-242, [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(95\)00039-N](https://doi.org/10.1016/0301-6226(95)00039-N).
- [5] Oh, H.J.; Y.J. Park; J.H. Cho; M.H. Song; B.H. Gu; W. Yun; J.H. Lee; J.S. An & Y.J. Kim (2021): Changes in Diarrhea Score, Nutrient Digestibility, Zinc Utilization, Intestinal Immune Profiles, and Fecal Microbiome in Weaned Piglets by Different Forms of Zinc. *Animals*. 11:1356, doi:10.3390/ani11051356.
- [6] Schlegel, P.; Nys, Y.; Jondreville, C. Zinc availability and digestive zinc solubility in piglets and broilers fed diets varying in their phytate contents, phytase activity and supplemented zinc source. *Animal* 2010, 4, 200-209, <https://doi.org/10.1017/S1751731109990978>.
- [7] Goff, J.P. Invited review: Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid-base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status. *Journal of dairy science* 2018, 101, 2763-2813, [10.3168/jds.2017-13112](https://doi.org/10.3168/jds.2017-13112).
- [8] Nielsen T. S.; M. N. Engelsmann; S. V. Hansen & H. Maribo (2022): Bioavailability of Different Zinc Sources in Pigs 0–3 Weeks Post-Weaning. *Animals*. Vol. 12:2921, doi:10.3390/ani12212921.
- [9] Sloth., N.M., H. Thoning, A.V. Hansen, P. Tybirk & S.E. Koziara. 2018. Calciumbehov til smågrise. Meddelelse 1139. [www.svineproduktion.dk](http://www.svineproduktion.dk)

- [10] Acda S. P.; B.J. Chae (2001): A Review on the Applications of Organic Trace Minerals in Pig Nutrition. Pakistan Journal of Nutrition. Vol. 1, pp. 25-30, doi:10.3923/pjn.2002.25.30.
- [11] Kim J. C.; P. Wilcock & M. R. Bedford (2018): Iron status of piglets and impact of phytase superdosing on iron physiology: A review. Animal feed science and technology. Vol. 235, pp. 8-14, doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.11.001.
- [12] Milani N. C.; M. Sbardella; N.Y. Ikeda; A. Arno; B. C. Mascarenhas & V.S. Miyada (2017): Dietary zinc oxide nanoparticles as growth promoter for weanling pigs. Animal feed science and technology. Vol. 227, pp. 13-23, doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.03.001.
- [13] Kjeldsen, N., J. Lynegaard & J. Krogsdahl Bache Reduceret protein til fravænnede grise kan reducere diarré. Seges svineproduktion. Meddelelse 1175. [www.svineproduktion.dk](http://www.svineproduktion.dk)
- [14] Kjeldsen, N., JS. Stoltenberg Grove & J. Krogsdahl Bache, 2020. Reduceret protein til smågrise reducerer diarré. Seges svineproduktion. Meddelelse 1203. [www.svineproduktion.dk](http://www.svineproduktion.dk)
- [15] Kjeldsen, N. & J. Krogsdahl Bache. 2018. Test af fodringskoncepter som alternativ til medicinsk zink til smågrise. Meddelelse nr. 1147 [www.svineproduktion.dk](http://www.svineproduktion.dk)
- [16] Li B. T., A. G. Van Kessel, W. R. Caine, S. X. Huang, and R. N. Kirkwood. 2001. Small intestinal morphology and bacterial populations in ileal digesta and feces of newly weaned pigs receiving a high dietary level of zinc oxide. Can. J. Anim. Sci. Downloaded from cdnsciencepub.com by 83.91.81.199.
- [17] Hedemann M. S., B. B. Jensen, H. D. Poulsen. 2006. Influence of dietary zinc and copper on digestive enzyme activity and intestinal morphology in weaned pigs. J. Anim. Sci., Volume 84, Issue 12, P 3310–3320, <https://doi.org/10.2527/jas.2005-701>.

## Deltagere

Tekniker: Henry Kousgaard Aalbæk

Statistikere: Jeanett S. Pelck

## Øvrig information

Afprøvning nr. 1785

NAV nr.: 1426

Besætningen/besætningerne, som denne afprøvning er gennemført i, er godkendt i DANISH-ordningen i 2023.

//JAHP//

# Appendiks 1

**Tabel 1.** Råvareindhold i for- og grundblandinger.

Vægt	Grundblanding		Forblanding			Zinkpremix		
	6-15 kg	15-30 kg	6-15 & 15-30 kg					
			1	2	3	1	2	3
			ZnO	Availa®Zn	HiZox	ZnO	Availa®Zn	HiZox
Byg	25,00	25,97						
Hvede	46,35	39,12	87,55	88,12	74,07			
Sojaskrå afskallet	16,67	28,88						
Sojaproteinkonc. (Vilosoy)	1,51							
Kartoffelprotein konc.	3,20							
Leci E Lecithin	1,26							
Palmefedtsyre dest.		1,0	1,00	1,00	1,00			
Monocalciumfosfat	1,36	1,04						
Kridt		0,48						
Salt	0,63	0,60						
L-lysin sulfat (98%)	1,00	0,82						
Methionin, DL (98%)	0,28	0,25						
Valin (40 %)	0,14	0,12						
Treonin (98 %)	0,31	0,27						
L-tryptofan (40 %)	0,10	0,06						
Benzoesyre	0,56	0,55						
Calciumformiat	0,56							
DA vit. Premix	0,56	0,55						
DV vit E	0,12							
Kobberforblanding	0,36	0,24						
Ronozyme HiPhos GT 5000	0,044	0,044						
ZnO premix			11,46					
Availa® Zn premix				10,88				
HiZox premix					24,93			
ZnO (72 %)						1,57		
Availa® Zn (10 %)							11,3	
HiZox (75 %)								1,51

**Tabel 2.** Analyseret zink i mineralsk premix.

Zinkkilder	ZnO	Availa® Zn	HiZox	Vitamin/mineral til alle blandinger
	Analyse	Analyse	Analyse	Analyse
Zn mg/kg	10387	10577	4533	198

**Tabel 3.** Analyseret zink i zinkblandinger og grundblanding (B = Beregnet, A = Analyseret).

Zink- kilder	ZnO blanding		Availa® Zn blanding		HiZox blanding		Grundblanding 6-15 kg		Grundblanding 15-30 kg	
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
Zn mg/kg	1160	1170	1160	1313	1160	1220	30	33	30	36

## Appendiks 2

**Tabel 4a.** Beregnet og analyseret indhold af næringsstoffer i foder i krybben 6-15 kg.

Gruppe	1		2		3	
Zinkkilder	ZnO		Availa® Zn		HiZox	
	Beregnet	Analyse	Beregnet	Analyse	Beregnet	Analyse
FEsv/kg	1,13	1,12	1,13	1,12	1,13	1,11
Råprotein, %	17,7	17,7	17,8	17,8	17,6	17,6
Råfedt, %	4,0	3,3	4,0	3,4	4,0	3,3
Råaske, %	5,9	5,4	5,8	5,3	6,5	5,8
Lysin, g/kg	14,3	14,3	14,4	14,2	14,3	14,3
Methionin, g/kg	5,1	4,7	5,1	4,8	5,1	4,8
Cystin, g/kg	3,0	3,1	3,0	3,1	3,00	3,1
Treonin, g/kg	9,1	8,8	9,2	8,8	9,2	8,8
Calcium, g/kg	9,2	9,4	8,7	8,8	11,3	11,0
Fosfor, g/kg	6,0	6,2	6,0	6,1	5,9	6,0
Kobber, mg/kg	152	109	154	108	153	108
Zink, mg/kg	149	157	150	152	149	148

**Tabel 4b.** Beregnet og analyseret indhold af næringsstoffer i foder i krybben 15-30 kg.

Gruppe	1		2		3	
Zinkkilder	ZnO		Availa® Zn		HiZox	
	Beregnet	Analyse	Beregnet	Analyse	Beregnet	Analyse
FEsv/kg	1,10	1,10	1,10	1,09	1,10	1,09
Råprotein, %	19,0	19,1	19,1	19,3	19,0	19,2
Råfedt, %	3,3	3,2	3,3	3,2	3,25	3,30
Råaske, %	6,2	5,4	6,0	5,3	6,87	6,03
Lysin, g/kg	14,2	13,8	14,3	13,4	14,2	13,9
Methionin, g/kg	4,8	4,4	4,9	4,4	4,8	4,4
Cystin, g/kg	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,2
Treonin, g/kg	9,1	8,7	9,2	8,4	9,1	8,7
Calcium, g/kg	8,6	8,8	8,0	8,5	10,9	10,5
Fosfor, g/kg	5,5	5,8	5,5	5,8	5,5	5,7
Kobber, mg/kg	92	74	92	80	92	75
Zink, mg/kg	145	146	145	150	145	148