

Krom til grise i vækst og søer

Anna Krog Krustrup og Thomas Sønderby Bruun

SEGES Innovation P/S

STØTTET AF

Svineafgiftsfonden

Hovedkonklusion

På baggrund af et litteraturstudie vurderes det, at søers reproduktion påvirkes positivt og at grises tilvækst, foderudnyttelse og immunforsvar kan forventes svagt forbedret, hvis det i EU var muligt at tilsætte krom til foderet. Den optimale dosis vil sandsynligvis være omkring 200 µg krom pr. kg foder.

Sammendrag

Formålet med dette notat er at belyse kroms fysiologiske og produktivetsmæssige betydning for grise i vækst og for søer. Krom er et vigtigt mikromineral, men er i dag ikke tilladt som tilsætningsstof i grisefoder indenfor EU. Dette notat belyser effekten af krom og dets anvendelse ud fra eksisterende litteratur, for på den baggrund at vurdere en mulig fremtidig brug af mikromineralet som tilsætningsstof.

Krom indgår i både kulhydrat-, fedt- og proteinmetabolismen, og stimulerer blandt andet vævenes modtagelighed overfor insulin, så cellernes optagelse af glukose fra blodet forbedres. Mangel på krom vil potentielt reducere udnyttelsen af foderet samt påvirke søers reproduktion negativt.

Hvis det var muligt at tilsætte krom til foderet, ville en dosering på omkring 200 µg krom pr. kg foder sandsynligvis være en optimal dosis for grise i vækst og for søer. De primære effekter vil for smågrisenes vedkommende være en øget modstandskraft efter fravæning og muligvis små forbedringer af produktiviteten. Hos slagtegrise kan svage forbedringer af produktivitet samt forbedringer af kødprocent potentielt opnås, idet krom kan bidrage til en bedre energiudnyttelse, som potentielt kan sikre en større proteinaflejring.

Den sandsynligvis største effekt ved tilsætning af krom til foderet vil ske hos søer, hvor produktiviteten kan forventes forbedret, idet der er set positive resultater ved brug af krom, både i form af øget kuldstørrelse samt fødsels- og fravænningsvægt. Desuden kan reproduktionen i form af både faringsprocent og brunst efter fravæning påvirkes positivt ved tilsætning af krom til foderet.

Introduktion

Formålet med dette notat er at belyse kroms fysiologiske og produktivetsmæssige betydning for grise i vækst og for søer. Krom (Cr) er i dag ikke tilladt som tilsætningsstof i EU. Vurderingen af kroms effekt og betydning er derfor lavet på baggrund af eksisterende eksperimentelle forsøg gennemført udenfor EU samt gennemgang af lærebøger. Set i lyset af den markante avlsfremgang, har SEGES Innovation fundet, at der var behov for at vurdere mikromineralets betydning og dets fremtidige brug som tilsætningsstof i grisefoder, såfremt dette tillades. Humant anbefaler Fødevarestyrelsen (2024) 250 µg krom pr. dag for både børn og voksne, som kan indtages via vitaminpiller [1]. Det er derved kun den animalske produktion, der i EU ikke må anvende krom som et tilsætningsstof.

Baggrund

Kroms funktion

Krom indgår i både kulhydrat-, fedt- og proteinmetabolismen og har gavnlige effekter hos både mennesker og produktionsdyr [2-5]. Krom stimulerer blandt andet vævenes modtagelighed overfor insulin, hvor mikromineralet virker som en co-faktor, der får insulin til at binde sig til de specifikke receptorer og målceller i kroppen, og derved sikre cellernes optagelse af glukose fra blodet. Dermed virker krom direkte på en øget omsætning af glukose i vævene, som holder blodsukkeret i balance [6]. Ved mangel på krom kan glukose ikke udnyttes optimalt i dyret [7].

Krom eksisterer i en lang række oxidationsstadier, fra -2 til +6 [3], men det er kun er den trivalente (Cr^{3+}), der er i en vigtig og aktiv form for kroppen. Allerede tilbage i 1955 blev Cr^{3+} beskrevet som "The Glucose Tolerant Factor" [2,8]. Den divalente (Cr^{2+}) og hexavalente (Cr^{6+}) er derimod giftige [2].

Optagelse og udskillelse af krom

Krom optages via passiv diffusion i tyndtarmen og udskilles primært via nyrerne og dermed urin [9]. Biotilgængeligheden og optagelsen af krom er meget lav [8,10,11]. Dog kendes alle mekanismer i forbindelse med absorptionen af krom ikke, og det er samtidig ikke undersøgt hos grise [9,10]. Zink og jern kan muligvis hæmme transporten og optagelsen af krom [11], men dette er ikke undersøgt i tilstrækkelig grad.

Der findes forskellige former/kilder af krom, såsom gær indeholdende krom, hvor krom er bundet til nikotinsyre sammen med glutaminsyre, cystein og glycin. I kromgær optager gærcellerne uorganisk krom og ændrer det til organiske kromforbindelser. Krom kan også være tilgængeligt som krom picolinat (CrPic), krom nicotinat (CrNic), krom klorid (CrCl_3) og krom methionin (CrMet). Det siges, at de organiske kilder af krom har en højere biotilgængelighed for grisen sammenlignet med de uorganiske, men der mangler videnskabelig litteratur på området for at klarlægge dette yderligere [3,12,13].

Mangelsymptomer

Kliniske tegn på krommangel er ikke studeret indgående hos grise. Mængden af krom i væv er lavt (<1 ppm), og det fysiologiske behov antages at blive opfyldt gennem normal tildeling af korn- og sojaskråfoder [9]. Uden at præsentere den eksperimentelle baggrund, angiver Close og Cole (2000) flere mangelsymptomer hos polte, søer og orner (Tabel 1). Grisenes fysiologiske status påvirker udskillelsen af krom. Ifølge Lindemann (2009) kan fysiologisk pres, som f.eks. opstår under drægtighed, ved faring, under diegivning eller ved infektion med sygdom, øge udskillelsen af krom, så der opstår en mangelsituation [14]. Dette pres, som bl.a. skyldes den genetiske fremgang, kan forårsage oxidativt stress og kompromittere dyrenes kromstatus. Både mangelsymptomerne i sig selv og de mekanismer, der medfører uønsket udskillelse af krom, giver bekymring i forhold til dyrenes sundhed og produktivitet.

Tabel 1. Symptomer på krommangel hos polte, søer og orner, som angivet i "Nutrition of Sows and Boars" [2].

Mangelsymptomer:
Manglende evne til at omsætte kulhydrater
Nedsat insulinsensitivitet i væv
Nedsat proteinomsætning
Reduceret tilvækst
Øget kolesterol koncentration i blod
Reduceret holdbarhed
Øget tilbøjelighed til stress
Reduceret sædcellekonzentration og hanlig fertilitet

Tegn på forgiftning

Det trivalent krom (Cr^{3+}), som er den, der naturligt forekommer i fødevarer, skal tildeles i meget høje mængder (>1.000 mg pr. kg), før der opstår forgiftning [9]. Der sker en naturlig udskillelse af overskydende krom via nyrerne og urinen. Et studie har vist, at tildeling af stigende mængder krom til søer (0-1.000 μg krom pr. kg foder) gav en lineær vægtstigning af binyre, nyre og lever ($p < 0,05$) [15]. I rotter er det af Andersson et al. (1997) citeret af [9] påvist, at brug af foder tilsat op til 100 mg krom pr. kg foder i 20 uger ikke gav tegn på forgiftning.

Toksikose kan ske som følge af hexavalent krom (Cr^{6+}), som er meget giftigt [9]. Det er samtidig stærkt oxiderende og er den mest miljø- og sundhedsskadelige kromform. Hexavalent krom er ikke naturligt og er særligt et problem hos mennesker, som er udsat for erhvervsmæssige og industrielle omgivelser, hvor overeksponering kan skabe hudirritationer, allergi og være kræftfremkaldende [11]. Produkter, der indeholder hexavalent krom, er derfor underlagt anvendelsesbegrænsninger [16]. Ved oral optagelse af hexavalent krom, reduceres det til trivalent krom i maven og mister derved toksiciteten [11].

Behov for krom til grise i vækst samt søer

Der er sparsom litteratur vedrørende krom i grisefoder og generelt er der i de fleste forsøg inkluderet få forsøgsdyr. Overordnet set har de fleste forsøg anvendt et niveau omkring 200 μg pr. kg foder, da dette indtil nu har vist sig som det mest optimale niveau for tildeling.

Smågrise

Flere forsøg har testet forskellige kilder af krom. En metaanalyse fra 2023 konkluderede, at organisk bundet krom signifikant øger foderoptagelsen og tilvæksten hos smågrise. Særligt krom nicotinat havde en positiv effekt på daglig tilvækst og foderudnyttelsen, imens krom fra gær havde en positiv effekt på foderoptagelsen. Den optimale koncentration af krom i foderet blev angivet til 125-150 μg krom pr. kg foder [17]. I nedenstående Tabel 2 er opsummeret resultater fra forsøg, hvor tilsætning af krom i forskellig dosis og ved brug af forskellige kilder i smågrisefoder har været afprøvet, og efterfølgende er resultaterne fra udvalgte forsøg gennemgået yderligere.

Tabel 2. Effekt af tilsætning af krom til foder til smågrise på tilvækst og foderudnyttelse baseret på gennemgang af gennemførte eksperimentelle studier.

Kromkilde	Tilsat mængde, µg pr. kg	Forsøgsperiode	Resultater ¹	Reference
Krom picolinat	0/200	9 kg og 28 dage frem	→ Daglig tilvækst ↘ Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[7]
Krom gær	0/200	9 kg og 28 dage frem	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[7]
Krom propionat	0/200	9,5 kg og 9 uger frem	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[18]
Krom klorid	0/200	8-20 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[19]
Krom picolinat	0/200	8-20 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[19]
Krom methionin	0/100	8-20 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[19]
Krom methionin	0/200	8-20 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[19]

¹ Forklaring til brug af pile: Tendens til reduktion ($P < 0,10$; ↘); Ingen forskel ($P \geq 0,10$; →).

I et forsøg foretaget af Park *et al.* (2009) indgik der 200 DLY-smågrise fra ca. 8 til 110 kg, og data blev opgjort isoleret for smågrise i vægtintervallet 8-20 kg. Ingen markante forskelle blev fundet på tilvækst, foderoptagelse eller foderudnyttelse mellem kontrolgruppen og de øvrige grupper, hvor foderet var tilsat krom. Gruppen, der fik 200 µg krom i form af krom picolinat pr. kg foder, havde en signifikant højere daglig tilvækst og foderoptagelse end gruppen, der fik krom methionin (200 µg pr. kg foder) og lå konsekvent numerisk bedre end kontrolgruppen [19]. Tang *et al.* (2001) fandt som illustreret i Tabel 2 ingen effekt af tilsætning af hverken krom picolinat eller krom fra gær på daglig tilvækst sammenlignet med kontrolgruppen uden tilsat gær, men tilvæksten var statistisk sikkert højere, når der blev tilsat krom fra gær sammenlignet med krom picolinat [7]. Der var også en statistisk tendens til, at den daglige foderoptagelse var højere ved brug af krom fra gær sammenlignet med krom picolinat, hvorimod kontrolgruppen lå mellem de to kromsupplementerede grupper. De fysiologiske målinger foretaget ved analyser af blodprøver viste ingen forskelle mellem grupperne for hverken plasma urea nitrogen eller glukose, og da blodets indhold af krom heller ikke var påvirket af behandlingerne [7], bidrager det til at forklare de manglende effekter af krom i forsøget. Tang *et al.* (2001) forventede, at tilsætningen af krom til foderet til fravænnede grise ville påvirke grisenes immunfunktion, men fandt ingen forskel mellem grupperne, ud over forskelle målt over tid indenfor de enkelte grupper [7]. I modsætning til dette fandt Lien *et al.* (2005), at tilsætning af 200 µg krom pr. kg foder i form af krom propionat statistisk sikkert øgede blodets indhold af IgG efter fire ugers tilsætning. Forskellen efter otte ugers tilsætning var ikke statistisk sikker, men dog stadig numerisk højere, når foderet var tilsat krom. Samtidig blev der både efter fire og otte ugers behandling fundet signifikant højere koncentration af hvide blodlegemer, når foderet var tilsat krom. I studiet konkluderes på basis af målingerne samt en lipoproteinchallenge, hvor dyrene stresses ved brug af endotoksin, at tilsætning af krom kan give øget modstandskraft hos dyret [18].

Samlet peger resultaterne i retningen af, at der ved kromtilsætning i smågrise foderet ikke skal forventes en stor påvirkning af produktiviteten, men at effekterne mere rettes mod immunforsvaret, og dermed grisenes robusthed efter fravænnning. Det skal dog bemærkes, at metaanalysen udført af He *et al.* (2023) konkluderede, at både krom picolinat og krom nicotinat, men ikke krom fra gær, kan øge daglig tilvækst. Foderoptagelsen øges ved tilsætning af krom picolinat og krom gær, men ikke ved brug af krom

nicotinate. Til gengæld blev foderudnyttelsen generelt ikke forbedret ved brug af krom picolinat, mens både krom gær og krom nicotinat forbedrede foderudnyttelsen statistisk sikkert [17].

Slagtegrise

Tilsætning af krom til foderet til slagtegrise kan potentielt forbedre foderudnyttelsen på grund af kroms betydning i forhold til virkningen af insulin. I Tabel 3 er opsummeret resultater fra forskellige forsøg med krom til slagtegrise gennemført gennem de sidste 30 år. Resultaterne er beskrevet mere udførligt under tabellen.

Generelt viser tabellen, at tilsætning af krom i en del forsøg kan øge den daglige tilvækst, mens foderoptagelse og foderudnyttelse påvirkes i mindre grad. De fysiologiske effekter ved tilsætning af krom resulterer i øget kødprocent og reduceret rygspæktykkelse i nogle forsøg. Dette stemmer overens med, et review af Amata (2013), der konkluderer, at tilsætningen af krom skal ske sent i vækstforløbet og skal tildeles i en længere periode.

Tabel 3. Effekt af tilsætning af krom til foder til slagtegrise på tilvækst, foderudnyttelse og kødprocent samt rygspæktykkelse baseret på gennemgang af gennemførte eksperimentelle studier (fortsættes).

Kromkilde	Tilsat mængde, µg pr. kg	Forsøgsperiode	Resultater ¹	Reference
Krom klorid	0/200	20-50 kg	↑ Daglig tilvækst ↑ Daglig foderoptagelse ↑ Foderudnyttelse	[19]
Krom picolinat	0/200	20-50 kg	↑ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse ↑ Foderudnyttelse	[19]
Krom methionin	0/100	20-50 kg	↑ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse ↑ Foderudnyttelse	[19]
Krom methionin	0/200	20-50 kg	↑ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse ↑ Foderudnyttelse	[19]
Krom propionat	0/200	27-60 kg	↑ Daglig tilvækst ↑ Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[20]
Krom methionin	0/100/200/400/800	30 kg til 50 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[21]
Krom picolinat	0/200	38-89 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse ↑ Kødprocent ↓ Rygspæktykkelse	[22]
Krom picolinat	0/250/500	41 kg til 99 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse ↗ Foderudnyttelse (kontrol vs. tilsætning af krom)	[23]
Krom methionin	0/100/200/400/800	50 kg til 80 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[24]
Krom klorid	0/200	50-90 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[19]
Krom picolinat	0/200	50-90 kg	↑ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[19]
Krom methionin	0/100	50-90 kg	↑ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[19]

¹ Forklaring til brug af pile: Signifikant stigning (P<0,05;↑); signifikant reduktion (p>0,05; ↓); tendens til stigning (P<0,10; ↗); tendens til reduktion (P<0,10; ↘); Ingen forskel (P≥0,10; →).

Table 4. Effekt af tilsætning af krom til foder til slagtegrise på tilvækst, foderudnyttelse og kødprocent samt rygspæktykkelse baseret på gennemgang af gennemførte eksperimentelle studier (fortsat).

Kromkilde	Tilsat mængde, µg pr. kg	Forsøgsperiode	Resultater ¹	Reference
Krom methionin	0/200	50-90 kg	↑ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse	[19]
Krom propionat	0/200	60-130 kg	↑ Daglig tilvækst ↗ Daglig foderoptagelse ↘ Foderudnyttelse ↓ Kødprocent ↑ Rygspæktykkelse	[20]
Krom klorid Cr(Cl) ₃	0/200	66 kg og 40 dage frem	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse → Kødprocent → Rygspæktykkelse ↓ Procent kropsfedt	[25]
Krom picolinat	0/200	66 kg og 40 dage frem	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse → Kødprocent → Rygspæktykkelse ↓ Procent kropsfedt	[25]
Krom nanopartikler	0/200	66 kg og 40 dage frem	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse → Kødprocent ↓ Rygspæktykkelse ↓ Procent kropsfedt	[25]
Krom propionat	0/200	58 kg til 127 kg	↘ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse ↘ Foderudnyttelse → Kødprocent ↗ Rygspæktykkelse	[26]
Krom methionin	0/300/600/900	75 kg til 100 kg	↑ Daglig tilvækst (lineær stigende effekt) ↑ Daglig foderoptagelse (lineær stigende effekt) ↓ Foderudnyttelse (lineær faldende effekt) → Kødprocent ↘ Rygspæktykkelse (tendens til lineær faldende effekt) Procent kropsfedt	[27]
Krom methionin	0/100/200/400/800	80 kg til 100 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse → Kødprocent ↘ Rygspæk (tendens til lineær effekt)	[24]
Krom klorid Cr(Cl) ₃	0/200	90-110 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse → Kødprocent → Rygspæktykkelse	[19]
Krom picolinat	0/200	90-110 kg	↑ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse ↑ Foderudnyttelse → Kødprocent → Rygspæktykkelse	[19]
Krom methionin	0/100	90-110 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse → Kødprocent → Rygspæktykkelse	[19]

¹ Forklaring til brug af pile: Signifikant stigning (P<0,05; ↑); signifikant reduktion (p>0,05; ↓); tendens til stigning (P<0,10; ↗); tendens til reduktion (P<0,10; ↘); Ingen forskel (P≥0,10; →).

Table 5. Effekt af tilsætning af krom til foder til slagtegrise på tilvækst, foderudnyttelse og kødprocent samt rygspæktykkelse baseret på gennemgang af gennemførte eksperimentelle studier (fortsat).

Kromkilde	Tilsat mængde, µg pr. kg	Forsøgsperiode	Resultater ¹	Reference
Krom methionin	0/200	90-110 kg	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse ↑ Foderudnyttelse ↑ Kødprocent ↓ Rygspæktykkelse	[19]
Krom propionat	0/200	105 kg og 45 dage frem	→ Daglig tilvækst → Daglig foderoptagelse → Foderudnyttelse → Rygspæktykkelse	[28]
Krom picolinat	0/100/200/ 400	20-106 kg	→ Daglig tilvækst ↘ Daglig foderoptagelse (200 og 400 µg pr. kg gav lavere foderoptagelse end kontrol) → Foderudnyttelse (kontrol vs. tilsætning af krom)	[29]

¹ Forklaring til brug af pile: Signifikant stigning (P<0,05; ↑); signifikant reduktion (p>0,05; ↓); tendens til stigning (P<0,10; ↗); tendens til reduktion (P<0,10; ↘); Ingen forskel (P≥0,10; →).

Et forsøg udført af Park *et al.* (2009) viste, at 200 µg krom pr. kg foder i form af krom picolinat gav den signifikant højeste tilvækst og bedste foderudnyttelse (fra 8 til 110 kg), sammenlignet med både kontrolgruppen og gruppen, der fik 200 µg krom pr. kg foder i form af krom klorid [19]. Forsøget viste også, at krom uanset kilde signifikant forøgede den tilsyneladende fordøjelighed af protein, fedt og aske sammenlignet med kontrolgruppen uden tilsat krom. Den tilsyneladende fordøjelighed af energi og organisk stof blev ligeledes statistisk sikkert forbedret, når der blev tilsat krom picolinat eller krom methionin, men ikke krom klorid til foderet [19]. Det blev generelt fundet, at plasma urea nitrogen var statistisk sikkert lavere, når foderet var tilsat krom [19], og det kunne tolkes som et tegn på, at dyrene hurtigere får afsat det protein, de fordøjer, da plasma urea nitrogen er et udtryk for proteinnedbrydning [30]. Lindemann *et al.* (1995) testede ligeledes effekten af krom picolinat på slagtegrise, men fandt ingen effekt på tilvækst og foderoptagelse, men en tendens til bedre foderudnyttelse, når der blev tilsat krom til foderet [23]. Dette kan igen være nuancer, der forklares af næringsstofudnyttelsen i cellerne.

Zhang *et al.* (2011) undersøgte effekten af at tildele 0, 200 eller 400 µg krom pr. kg foder i form af krom picolinat i et mindre forsøg med 16 grise pr. behandling. Grisene vejede ca. 36 kg ved opstart, og i de første 35 dage af vækstperioden var der ingen signifikant forskel på daglig tilvækst, foderoptagelse eller foderudnyttelse. I slutningen af vækstperioden (dag 36-80), blev der fundet en signifikant højere tilvækst, når grisene fik 200 µg krom pr. kg foder. Set over hele vækstperioden havde gruppen med 200 µg krom pr. kg foder en signifikant bedre foderudnyttelse sammenlignet med kontrolgruppen, imens gruppen med 400 µg krom pr. kg foder lå mellem de to andre grupper [31]. Et andet forsøg gennemført over en relativt kort periode på 35 dage fra grisene vejede omkring 30-50 kg viste ingen effekt på tilvækst, foderoptagelse eller foderudnyttelse ved tildeling af henholdsvis 0, 100, 200, 400 og 800 µg krom pr. kg foder i form af krom methionin [21]. Det kan ikke udelukkes, at den manglende effekt kan skyldes den korte tildelingsperiode og den tidlige tildeling i vækstperioden [3]. Xu *et al.* (2017) afprøvede også krom methionin i en dosering på 200 µg krom pr. kg foder. Forsøget inkluderede 60 grise pr. behandling fra 30 til 110 kg i 105 dage. Konklusionen her var, at tilsætning af krom ikke påvirkede tilvækst, foderoptagelse, foderudnyttelse eller rygspæktykkelse ved slagtning. Det var dog interessant, at brugen af krom methionin medførte et signifikant lavere niveau af kortisol i blodet [32].

Santos *et al.* (2021) afprøvede tildelingen af 200 µg krom pr. kg i form af krom propionat til grise fra 58 til 127 kg. Forsøget viste en tendens til lavere daglig tilvækst uden effekt på foderoptagelse ved kromtildeling, hvormed foderudnyttelsen var signifikant forringet. Desuden havde slagtegrisene en højere rygspæktykkelse ved tilsætning af krom til foderet [26]. Tilsvarende fandt Gebhardt *et al.* (2019), at brugen af 200 µg krom pr. kg foder fra 30 til 130 kg resulterede i en højere daglig foderoptagelse,

som samtidig medførte en øget rygspæktykkelse og lavere kødprocent ved slagtning [20]. Resultaterne fra ovennævnte forsøg er derfor modsatrettet i forhold til mange andre forsøg. Blandt andet viste et forsøg gennemført af Bučko *et al.* (2015), at brugen af 750 µg krom pr. kg foder i form af krom nicotinat fra deaktiveret gær numerisk øgede slagtekroppens magerhed i form af mindre intramuskulært fedt og også øgede aflejringen af protein i muskelcellerne sammenlignet med kontrolgruppen [33].

Tan *et al.* (2008) undersøgte, om stigende tilsætning af krom til slagtegrise udgjorde en risiko i forhold til oxidativt stress. Forsøget anvendte krom picolinat i doseringer på 0, 200, 800, 1.600 og 3.200 µg krom pr. kg foder i 80 dage til grise fra 30 kg. Markørerne i forsøget var bl.a. malondialdehyd, som udtrykker skade forårsaget af oxidativt stres, samt superoxid dismutase, som udtrykker antioxidativ kapacitet. Stigende mængder krom gav ingen forskelle i malondialdehyd i blodet, men niveauet lå generelt højere efter 80 dages forsøg sammenlignet med status efter 35 dages forsøg. Tilsvarende blev der ikke fundet dosisafhængige effekter på mængden af superoxid dismutase i blodet efter 35 dage, mens brugen af 3.200 µg krom pr. kg foder fik niveauet af superoxid dismutase i blodet til at falde efter 80 dages fodring, hvorimod de andre behandlinger ikke adskilte sig fra kontrolgruppen [34]. I modsætning til dette, viste Tian *et al.* (2014), at dosering af henholdsvis 0, 100, 200 og 800 µg krom pr. kg foder ikke påvirkede den antioxidative kapacitet i blodet (superoxid dismutase), dog blev det fundet, at 400 µg krom pr. kg af uforklarlige grunde resulterede i en højere antioxidativ kapacitet. Modsat resulterede stigende mængder krom i en statistisk sikker lineær forøgelse af malondialdehyd i blodet. Denne signifikante forskel skyldes dog primært de høje niveauer af malondialdehyd ved niveauer af krom >200 µg krom pr. kg foder [21]. Omvendt fandt Xu *et al.* (2017), at brugen af >200 µg krom pr. kg foder i form af krom methionin resulterede i et statistisk sikkert lavere niveau af malondialdehyd i blodet end ved foder uden tilsat krom [32].

En forklaring på, at nogle studier viser en øget muskelaflejring og lavere fedtaflejring ved kromtilsætning, er højst sandsynligt, at krom faciliterer bindingen mellem insulin og receptorerne i cellemembranen, hvorefter insulinsensitive celler kan optage mere glukose, som dermed bidrager med energi. Den ekstra energi udnyttes til øget muskelaflejring og reducerer på den måde fedtindholdet i slagtekroppen. De relativt store kvantitative forskelle, der observeres i de mange forskellige citerede forsøg, kan skyldes genetiske forskelle samt forskelligt indhold af protein, aminosyrer og naturligt kromindhold i foderet. Tilsvarende kan en stimulerende effekt af kromtilsætning på koncentrationen af hormonet IGF-1 [22] bidrage til at forklare en øget tilvækst. Det er svært at komme med en entydig konklusion på, hvorvidt tilsætning af krom til foderet til slagtegrise ville være en fordel. Med de avlsfremgange, der er sket de seneste 5-10 år indenfor foderudnyttelse, ville det dog være forventeligt, at en bedre glukoseoptagelse i cellerne ville kunne flytte grænserne for aflejring af kød yderligere. Metaanalysen gennemført af He *et al.* (2023) konstaterede, at brug af krom picolinat gav den højeste tilvækst og foderoptagelse hos slagtegrise. Det optimale niveau af krom baseret på gennemgang af 35 forsøg gennemført med slagtegrise blev angivet til 250-300 µg krom pr. kg foder [17].

Krom til søer

Tilsætning af krom til søer under drægtigheds- og diegivningsperioden har vist flere gavnlige effekter, som er opsummeret i Tabel 6. De positive effekter omfatter bl.a. forøgelse af faringsprocenten, flere totalfødte, flere levendefødte pr. kuld og et øget antal fravænnede grise pr. kuld [2,4,23,35,36]. Selvom flere forsøg er af ældre dato, og viden om kroms effekt på reproduktionen endnu er sparsom, så kan krom muligvis øge antallet af løsnede æg og derved forklare den øgede kuldstørrelse. Dette sker højst sandsynligt, fordi insulin øger stimuleringen af Gonadotropin-releasing hormon (GnRH) og dermed frigivelsen af det luteiniserende og follikelstimulerende hormon (LH & FSH) [2].

Table 6. Effekt af tilsætning af krom til sofoder på søernes reproduktion og resultater opnået i diegivningsperioden baseret på gennemgang af gennemførte eksperimentelle studier.

Kromkilde	Tilsat mængde, µg pr. kg	Forsøgsperiode	Resultater ¹	Reference
Krom picolinat	0/200	Drægtigheds- og diegivningsperioden	↑ Totalfødte grise pr. kuld ↑ Levendefødte grise pr. kuld ↑ Dødfødte grise pr. kuld ↑ Faringsprocent (for førstekuldssøer)	[4]
Krom picolinat	0/200/600/1.000	Drægtigheds- og diegivningsperioden	↑ Totalfødte grise pr. kuld (kvadratisk effekt) ↑ Levendefødte grise pr. kuld (kvadratisk effekt) ↗ (kvadratisk effekt) → Levendefødte grise pr. kuld (lineær) → Fravænnede grise pr. kuld → Fødselsvægt pr. gris ↑ Fravænningsvægt pr. gris Vægttab i diegivningsperioden (lineær effekt)	[15]
Krom picolinat	0/200	Smågrise-, opvækst-, drægtigheds- og diegivningsperioden	↑ Levendefødte grise pr. kuld ↑ Fravænnede grise pr. kuld ↑ Fødselsvægt ↗ Øget kuldvægt dag 21 ↓ Fravænningsvægt pr. gris	[23]
Krom picolinat	0/400	Drægtighedsperioden	→ Totalfødte grise pr. kuld ↑ Levendefødte grise pr. kuld ↑ Fravænnede grise pr. kuld ↑ Kuldets fravænningsvægt ↑ Gennemsnitlig fravænningsvægt pr. gris ↑ Sotilvækst i drægtighedsperioden ↑ Kromkoncentration i råmælk og søers serum under drægtigheden	[35]
Krom picolinat	0/200	Løbning-, drægtigheds- og diegivningsperioden (6 måneders tilvænningsperiode og et års efterfølgende dataopsamling)	→ Totalfødte grise pr. kuld ↑ Levendefødte grise pr. kuld ↑ Fravænnede grise pr. kuld → Faringsprocent ↗ Andel søer løbet 0-7 dage efter fravæning → Soddelighed	[36]
Krom picolinat	0/400	Drægtighedsperioden	↑ Antal muskelfibre hos pattegrisene ved fødsel	[37]

¹ Forklaring til brug af pile: Signifikant stigning (P<0,05; ↑); signifikant reduktion (p>0,05; ↓); tendens til stigning (P<0,10; ↗); Ingen forskel (P≥0,10; →).

Et ældre studie foretaget af Lindemann *et al.* (1995) testede effekten af at tildele søgrise 0 eller 200 µg krom pr. kg foder i smågriseperioden og helt frem til løbning samt gennem de første to pariteter. Søerne, der var blevet suppleret med krom i foderet, havde et signifikant højere antal levendefødte (+2,3 grise pr. kuld) end kontrolgruppen, der ikke fik tildelt krom. Samtidig var den gennemsnitlige fødselsvægt for levendefødte grise 5 g højere hos gruppen, hvor søen fik tildelt krom [23]. Dette er modsat forventet, da en ekstra født gris pr. kuld normalt reducerer fødselsvægten med ca. 20 g pr. gris i gennemsnit [38]. I studiet af Lindemann *et al.* (1995) kunne man derfor have forventet en reduceret fødselsvægt på ca. 46 g pr. gris fremfor den øgede fødselsvægt på 5 g [23]. I et nyere forsøg foretaget af Lindemann *et al.* (2004) blev 353 søer fordelt på fire grupper og fik hhv. 0, 200, 600 eller 1.000 µg krom pr. kg foder. Der var en statistisk sikker kvadratisk effekt af kromtildeling på kuldstørrelse og antal levendefødte. Gruppen, der fik 600 µg krom pr. kg foder opnåede de bedste kuldresultater, hvormed det ud fra dette forsøg viste, at det ikke kunne betale sig at tildele 1.000 µg krom pr. kg foder. Tildelingen af 600 µg krom pr. kg foder blev kun afprøvet på 42 søer, og det var dermed den mindste forsøgsgruppe [15]. I et mindre forsøg med 15 søer pr. gruppe testede Wang *et al.* (2013) effekten af at tilsætte 400 µg krom picolinat pr. kg foder gennem hele drægtigheden mod kontrolgruppen uden tilsat krom. Begge grupper fik samme foderkurve. De kromsupplerede søer opnåede en højere tilvækst gennem drægtigheden (+6,4 kg), antallet af levendefødte grise pr. kuld var signifikant +0,7 gris højere, mens antallet af

totalfødte grise ikke var forskelligt mellem grupperne [35]. Hos søer, som gennemførte 2. kuld, og via topdressing var tildelt henholdsvis 360 µg krom pr. dag i drægtighedsperioden (svarende til 200 µg krom pr. kg foder) og 1.000 µg krom pr. dag i diegivningsperioden, fandt Real *et al.* (2008) både et højere antal totalfødte grise på +3,0 pr. kuld, et højere antal levendefødte på +2,3 grise pr. kuld samt en stigning på +0,6 dødfødte grise pr. kuld [4]. Modsat fandt et stort forsøg af Hagen *et al.* (2000) ingen signifikant effekt af at tildele 200 µg krom pr. kg foder på antallet af totalfødte grise pr. kuld. Dog fandt de signifikant flere levendefødte grise pr. kuld [36]. I og med, at krom indgår i både kulhydrat-, fedt- og proteinmetabolismen, kunne disse resultater forklares ved den indirekte effekt på foderudnyttelsen. Da kroms indvirkning på vævenes modtagelighed for insulin potentielt har øget tilgængeligheden af næringsstofferne og sikret en bedre næringsstofftilførsel til børen og fostrene, kan dette forklare de positive effekter på kuldstørrelsen.

I diegivningsperioden viste Lindemann *et al.* (1995), at søer, der fik 200 µg krom pr. kg foder, både fravænnede +2,2 flere grise pr. kuld og havde en højere kuldtilvækst på +9,8 kg ved en 21 dages diegivningsperiode sammenlignet med kontrolgruppen, der ikke fik tildelt krom [23]. Tilsvarende viste Wang *et al.* (2013), at kuldtilvæksten i diegivningsperioden og fravænningsvægten var statistisk sikkert højere, når søerne fik 400 µg krom pr. kg foder gennem drægtigheden [35]. En interessant observation i samme forsøg var, at tilsætningen af krom resulterede i et signifikant højere indhold af krom i soens råmælk (ca. 2,4 gange højere). Samtidig var søernes kromstatus i serum ved dag 70 og 110 efter løbning omtrent fordoblet ved tilsætning af krom til foderet [35]. I lighed med ovenstående positive effekter af krom hos diegivende søer, fandt Hagen *et al.* (2000), at brug af 200 µg krom pr. kg medførte en statistisk sikker forøgelse af antal fravænnede grise pr. kuld [36].

I produktionsforsøget gennemført af Hagen *et al.* (2000), indgik der 12 besætninger med 4.000 årssøer hver, hvor halvdelen af besætningerne tildelte 200 µg krom pr. kg. Forsøget overvågede sodødeligheden i større skala, selvom sammenligning af sodødelighed mellem besætninger er forbundet med en vis usikkerhed. Der blev overordnet set ikke fundet nogen statistisk sikker forskel i sodødelighed, idet denne var 10,95 % i kontrolbesætningerne og 9,38 % i besætningerne, som supplerede med krom. Det er imidlertid interessant, at når søernes kuldknummer blev inddraget, så var sodødeligheden ca. 3 procentpoint lavere for førstelægssøer, mens den var stort set ens mellem de to grupper for anden- og tredjelægssøer, og knap 2 procentpoint lavere for søer ældre end tredje kuld, når foderet var tilsat krom. Det kan dermed ikke udelukkes, at fordi krom indgår i energistofskiftet og bidrager til optimal funktion af insulin, så kan det have effekter, der rammer søernes sundhed mere generelt end blot at bidrage til øget produktivitet.

Samlet set viser ovenstående, at både soens reproduktion og produktivitet i diegivningsperioden og muligvis også søernes overlevelse kan påvirkes positivt ved tilsætning af krom til foderet. De mest overbevisende resultater findes, når krom anvendes til drægtige søer.

Normer for krom

Siden første udgave af "Normer for Næringsstoffer" blev udgivet i 1991, har der ikke været angivet normer for krom til de forskellige dyregrupper [39], idet anvendelsen af krom som tilsætningsstof ikke er tilladt til grise indenfor EU. Der findes derfor heller ingen nedre og øvre grænse for tildeling af krom i foderet til grise [13]. Dette skyldes sparsom, men dog stigende mængde videnskabelig dokumentation og litteratur på området, der klarlægger behovet for krom hos grise. Der findes ikke deciderede normer for krom i hverken de danske [40], hollandske [41] eller amerikanske [6] normer til grise. Under europæiske forhold giver det derfor ikke mening at sætte normer for krom, når krom ikke må tilsættes foderet. Som illustreret ovenfor er der væsentlige argumenter for vigtigheden af krom til både grise i vækst og søer. Allerede i år 2000 foreslog Close & Cole, at foder til søer og orner burde tilsættes 200 µg krom pr. kg [2]. Et studie af Kośła *et al.* (2018) argumenterede for, at krombehovet ligger omkring

300 µg krom pr. kg foder [5]. Baseret på ovenstående litteraturgennemgang virker 200 µg krom pr. kg foder eller pr. FEsv/FEso som en fagligt velfunderet anbefaling, som også burde implementeres under danske forhold, hvis lovgivningen på et tidspunkt måtte tillade dette.

Konklusion

Generelt er den videnskabelige litteratur omhandlende krom til grise sparsom. Der er for nuværende ingen minimum- og maksimumtildeling i grisefoderet, da det endnu ikke er godkendt som et tilsætningsstof i EU. Den litteratur, der findes, understøtter en gavnlig effekt fra omkring 200 µg krom pr. kg foder til både vækstgrise og søer. Der findes ingen gavnlig effekt over 600 µg krom pr. dag, da overskydende krom udskilles via urinen.

Referencer

- [1] Fødevarestyrelsen (2024): Næringsstoffer og stoffer i kosttilskud, Tilgængelighed: <https://foedevarestyrelsen.dk/kost-og-foedevarer/alt-om-mad/kosttilskud/naeringsstoffer-og-stoffer-i-kosttilskud> [tilgået 30.08.24].
- [2] Close, W.H.; Cole, D.J.A.: Minerals. Kapitel 5. I: *Nutrition of sows and boars* (Close, W.H. & Cole, D.J.A. eds.), pp. 97-124. Nottingham University Press.
- [3] Amalta, I. (2013): Chromium in livestock nutrition: A review. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*. 2:289-306.
- [4] Real, D.; Nelssen, J.; Tokach, M.; Goodband, R.; Dritz, S.; Woodworth, J.; Owen, K. (2008): Additive effects of L-carnitine and chromium picolinate on sow reproductive performance. *Livestock Science*. 116:63-69.
- [5] Kośła, T.; Lasocka, I.; Skibniewska, E.M.; KołNierzak, M.; Skibniewski, M. (2018): Trivalent chromium (CrIII) as a trace element essential for animals and humans. *Medycyna Weterynaryjna*. 74:6035-2018.
- [6] National Research Council (2012): Nutrient Requirements of Swine. 11. udgave. Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition. National Research Council, USA.
- [7] Tang, L.; Li, D.; Wang, F.L.; Xing, J.J.; Gong, L.M. (2001): Effects of Different Sources of Organic Chromium on Immune Function in Weaned Pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 14:1164-1169.
- [8] Vincent, J. (2019): The Nutritional Biochemistry of Chromium(III). 2. udgave. Elsevier, Holland.
- [9] Hill, G.M.; Spears, J.W. (2001): Trace and ultratrace elements in swine nutrition. Kapitel 12. I: *Swine Nutrition* (Lewis A.J. & Southern, L.L. eds.), pp. 229-262. CRC Press LLC, Boca Raton, USA.
- [10] Ducros, V. (1992): Chromium metabolism. *Biological Trace Element Research*. 32:65-77.
- [11] National Research Council (2005): Mineral Tolerance of Animals. 2. udgave. National Academies Press, USA, 510 pp.
- [12] National Research Council (1997): The Role of Chromium in Animal Nutrition. National Academy Press, USA, 80 pp.
- [13] European Food Safety Authority (2009). Safety and efficacy of chromium methionine (AvailaCr) as feed additive for all species. Tilgængelig: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1043> [tilgået 30.08.24].
- [14] Lindemann, M.D. (1999): Insights into organic chromium in the modern pig. I: Concepts in Pig Science (Lyons, T. P. & Cole, D. J. A. eds.). p. 159-170. Nottingham University Press, England.
- [15] Lindemann, M.D.; Carter, S.D.; Chiba, L.I.; Dove, C.R.; LeMieux, F.M.; Southern, L.L. (2004): regional evaluation of chromium tripicolinate supplementation of diets fed to reproducing sows. *Journal of Animal Science*. 82:2972-2977.

- [16] Miljø- og Energistyrelsen (1997): Bekendtgørelsen om foranstaltninger til forebyggelse af kræftisiko ved arbejde med stoffer og materialer. Tilgængelig: <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2005/908> [tilgået 30.08.24].
- [17] He, T.; Wei, C.; Lin, X.; Wang, B.; Yin, G. (2023): Meta-Analysis of the Effects of Organic Chromium Supplementation on the Growth Performance and Carcass Quality of Weaned and Growing-Finishing Pigs. *Animals*. 13:2014.
- [18] Lien, T.F.; Yang, K.H.; Lin, K.J. (2005): Effects of Chromium Propionate Supplementation on Growth Performance, Serum Traits and Immune Response in Weaned Pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 18:403-408.
- [19] Park, J.; Lee, J.; Chae, B.; Ohh, S. (2009): Effects of different sources of dietary chromium on growth, blood profiles and carcass traits in growing-finishing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 22:1547-1554.
- [20] Gebhardt, J.T.; Woodworth, J.C.; Tokach, M.D.; DeRouchey, J.M.; Goodband, R.D.; Loughmiller, J.A.; Souza, A.L.P.d.; Rincker, M.J.; Dritz, S.S. (2019): Determining the influence of chromium propionate and *Yucca schidigera* on growth performance and carcass composition of pigs housed in a commercial environment. *Translational Animal Science*. 3:1275-1285.
- [21] Tian, Y.-Y.; Zhang, L.-Y.; Dong, B.; Cao, J.; Xue, J.-X.; Gong, L.-M. (2014): Effects of Chromium Methionine Supplementation on Growth Performance, Serum Metabolites, Endocrine Parameters, Antioxidant Status, and Immune Traits in Growing Pigs. *Biological Trace Element Research*. 162:134-141.
- [22] Xi, G.; Xu, Z.; Wu, S.-h.; Chen, S. (2001): Effect of Chromium Picolinate on Growth Performance, Carcass Characteristics, Serum Metabolites and Metabolism of Lipid in Pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 14:258-262.
- [23] Lindemann, M.D.; Wood, C.M.; Harper, A.F.; Kornegay, E.T.; Anderson, R.A. (1995): Dietary chromium picolinate additions improve gain:feed and carcass characteristics in growing-finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. *J Anim Sci*. 73:457-465, doi:10.2527/1995.732457x.
- [24] Tian, Y.Y.; Gong, L.M.; Xue, J.X.; Cao, J.; Zhang, L.Y. (2015): Effects of Graded Levels of Chromium Methionine on Performance, Carcass Traits, Meat Quality, Fatty Acid Profiles of Fat, Tissue Chromium Concentrations, and Antioxidant Status in Growing-Finishing Pigs. *Biological Trace Element Research*. 168:110-121.
- [25] Wang, L.; Shi, Z.; Jia, Z.; Su, B.; Shi, B.; Shan, A. (2013): The Effects of Dietary Supplementation with Chromium Picolinate throughout Gestation on Productive Performance, Cr Concentration, Serum Parameters, and Colostrum Composition in Sows. *Biological Trace Element Research*. 154:55-61.
- [26] Santos, A.P.; Tokach, M.D.; Kiefer, C.; Goodband, R.D.; Woodworth, J.C.; DeRouchey, J.M.; Dritz, S.S.; Gebhardt, J.T. (2021): Effects of dietary chromium propionate and space allowance on performance and carcass responses of growing-finishing pigs. *Translational Animal Science*. 5:txab112.
- [27] Li, Y.S.; Zhu, N.H.; Niu, P.P.; Shi, F.X.; Hughes, C.L.; Tian, G.X.; Huang, R.H. (2013): Effects of Dietary Chromium Methionine on Growth Performance, Carcass Composition, Meat Colour and Expression of the Colour-related Gene Myoglobin of Growing-finishing Pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 26:1021-1029.
- [28] Mayorga, E.J.; Kvidera, S.K.; Seibert, J.T.; Horst, E.A.; Abuajamieh, M.; Al-Qaisi, M.; Lei, S.; Ross, J.W.; Johnson, C.D. et al. (2018): Effects of dietary chromium propionate on growth performance, metabolism, and immune biomarkers in heat-stressed finishing pigs. *Journal of Animal Science*. 97:1185-1197.
- [29] Min, J.K.; Kim, W.Y.; Chae, B.J.; Chung, I.B.; Shin, I.S.; Choi, Y.J.; Han, I.K. (1997): Effects of chromium picolinate (CrP) on growth performance, carcass characteristics and serum traits in growing-finishing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 10:8-14.

- [30] Coma, J.; Zimmerman, D.R.; Carrion, D. (1996): Lysine requirement of the lactating sow determined by using plasma urea nitrogen as a rapid response criterion. *Journal of Animal Science*. 74:1056-1062.
- [32] Zhang, H.; Dong, B.; Zhang, M.; Yang, J. (2011): Effect of chromium picolinate supplementation on growth performance and meat characteristics of swine. *Biological Trace Element Research*. 141:159-169.
- [32] Xu, X.; Liu, L.; Long, S.-F.; Piao, X.-S.; Ward, T.L.; Ji, F. (2017): Effects of Chromium Methionine Supplementation with Different Sources of Zinc on Growth Performance, Carcass Traits, Meat Quality, Serum Metabolites, Endocrine Parameters, and the Antioxidant Status in Growing-Finishing Pigs. *Biological Trace Element Research*. 179:70-78.
- [33] Bučko, O.; Lehotayová, A.; Haščík, P.; Bahelka, I.; Gábor, M.; Bobko, M.; Debrecéni, O.; Trembecká, L. (2015): Effect of chromium nicotinate on oxidative stability, chemical composition and meat quality of growing-finishing pigs. *Potravinárstvo*. 9:562-572.
- [34] Tan, G.-Y.; Zheng, S.-S.; Zhang, M.-H.; Feng, J.-H.; Xie, P.; Bi, J.-M. (2008): Study of Oxidative Damage in Growing-Finishing Pigs with Continuous Excess Dietary Chromium Picolinate Intake. *Biological Trace Element Research*. 126:129-140.
- [35] Wang, L.; Shi, Z.; Jia, Z.; Su, B.; Shi, B.; Shan, A. (2013): The Effects of Dietary Supplementation with Chromium Picolinate throughout Gestation on Productive Performance, Cr Concentration, Serum Parameters, and Colostrum Composition in Sows. *Biological Trace Element Research*. 154:55-61.
- [36] Hagen, C.D.; Lindemann, M.D.; Purser, K.W. (2000): Effect of dietary chromium tripicolinate on productivity of sows under commercial conditions. *Journal of Swine Health and Production*. 8:59-63.
- [37] Shi, Z.; Song, W.; Sun, Y.; Wang, L.; Shi, B.; Shan, A.; Bi, Z. (2018): Dietary supplementation of l-arginine and chromium picolinate in sows during gestation affects the muscle fibre characteristics but not the performance of their progeny. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 98:74-79.
- [38] Riddersholm, K.V.; Bahnsen, I.; Bruun, T.S.; de Knegt, L.V.; Amdi, C. (2021): Identifying Risk Factors for Low Piglet Birth Weight, High Within-Litter Variation and Occurrence of Intrauterine Growth-Restricted Piglets in Hyperprolific Sows. *Animals*. 11:2731.
- [39] Hansen, B.I. (1991): Normer for næringsstoffer 1. udgave. Landsudvalget for Svin.
- [40] Tybirk, P.; Sloth, N.M.; Bruun, T.S.; Pedersen, J.H. (2024): Normer for næringsstoffer. 35. udgave. SEGES Innovation.
- [41] CVB (2023): Nutrient requirements and feed ingredient composition for pigs. Holland. Tilgængelig: <https://www.cvbdiervoeding.nl/bestand/10882/cvb-booklet-of-feeding-tables-for-pigs-2023def.pdf.ashx> [tilgået 28.08.24].

Øvrig information

Sagsnummer: 101137

//JAHP//