

Technical University of Denmark



Biofouling og skadevoldere: Søstjerner

Holtegaard, L.E.; Gramkow, Mikael; Petersen, Jens Kjerulf; Dolmer, Per

Publication date:
2008

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Holtegaard, L. E., Gramkow, M., Petersen, J. K., & Dolmer, P. (2008). Biofouling og skadevoldere: Søstjerner.

DTU Library

Technical Information Center of Denmark

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

**Lars Erik Holtegaard
Michael Gramkow
Jens Kjerulf Petersen, DMU
Per Dolmer, DTU-Aqua**

Biofouling og skadevoldere:

Søstjerner



DANSK SKALDYRCENTER

Rapporten "Biofouling og Skadevoldere: Søstjerner" er udgivet af Dansk Skaldyrcenter.

Rapporten indgår i rækken af projektrapporter fra Dansk Skaldyrcenter. I rapporterne præsenteres resultaterne af centrets forsknings- og udviklingsprojekter.

Alle offentliggjorte projektrapporter fra Dansk Skaldyrcenter kan hentes i elektronisk form på Dansk Skaldyrcenters hjemmeside www.skaldyrcenter.dk.

Originale tekster og illustrationer fra denne rapport må gengives til ikke-kommercielle formål under forudsætning af tydelig kildeangivelse.

Henvendelse vedrørende denne rapport kan ske til:

Dansk Skaldyrcenter
Øroddevej 80
7900 Nykøbing Mors
Tlf.: 96 69 02 83
www.skaldyrcenter.dk

© Forfatterne og Dansk Skaldyrcenter

Projektet blev finansieret af:

Direktoratet For FødevarerErhverv (www.DFFE.dk)
og
Den Europæiske Unions Fiskerisektorprogram FIUF



Forsideillustration: Søstjerner på muslingebanke (tv), tømning af søstjernetrawl (th)

Biofouling og skadevoldere:

Søstjerner

Bilag

Lars Erik Holtegaard

Michael Gramkow

Jens Kjerulf Petersen, DMU

Per Dolmer, DTU-Aqua

Indholdsfortegnelse

Bilag 1: Vurdering af søstjerner som råvare til fiskefoder.....	5
Bilag 2: Vurdering af søstjerner som fodermiddel.....	9
Bilag 3: Søstjernerens anvendelighed som råvare til foder	41
Bilag 4: Afprøvning af søstjernemel som økologisk hønsfoder	45

Bilag 1: Vurdering af søstjerner som råvare til fiskefoder

Af Jørgen Holm, BioMar, R&D Continental

Vurdering af søstjerner som råvare til fiskefoder

Jørgen Holm, BioMar, R&D Continental

18.12.07

BioMar Blev i foråret 2007 kontaktet af Lars Erik Holtegård fra Dansk Skaldyrcenter i forbindelse med et løbende projekt ”Biofouling og skadevoldere 1: søstjerner”.

Holtegård ville i forbindelse med projektet gerne have en bedømmelse af søstjerner som fodermiddel i foder til fisk. I vurderingen indgår både analyser på rå søstjerne og søstjernemel fremstillet ved en process der tilsvare fiskemels produktion.

Den fremstillede søstjernemel indgår i et intern BioMar projekt for at bedømme melet som en evt. attraktant i højvegetabilfoder.

En vurdering vil normalt bestå af overholdelse af lovgivningsmæssige forskrifter og egenskaber i forhold til fiskens behov.

Yderligere er udnyttelsen af fodret af stor vigtighed, da opdrætterne bl.a. måles på udlednings parametre

Fiskefoder er normalt ekstruderet og høj protein/høj energi produkt med lav indhold af kulhydrat, hvor kulhydratdelen primært har til opgave at skabe fysiske struktur for pillens kvalitet og fedt tilførsel, mens energi bidraget er mindre væsentlig (baseret på behov hos carnivore fisk som salmonider).

Ernæringsmæssigt vurderes råvaren, afhængig af om det er en protein eller energi råvare, ud fra proteinindhold, energiindhold (fedt), fordøjelighed af protein og energi, sammensætning af aminosyrer og fordøjelighed af disse, evt. sammensætning af fedtsyrer.

Analysearbejdet på søstjerner indeholder 7 analyser på rå søstjerner og 1 analyse på mel. Analyserne på de rå søstjerne viser stor variation på på henholdsvis aske og protein, hvor askeindholdet ser ud til at falde med øgende proteinindhold (kan dette være relateret til størrelsen af søstjernerne der indgår i de enkelte analyser?). Normalt vil høj proteinindhold være ønskelig, da asken i bedste fald har neutral effekt på ydelsen, men vil optage volumen i recepten, hvilket er meget uønsket i fiskefoder.

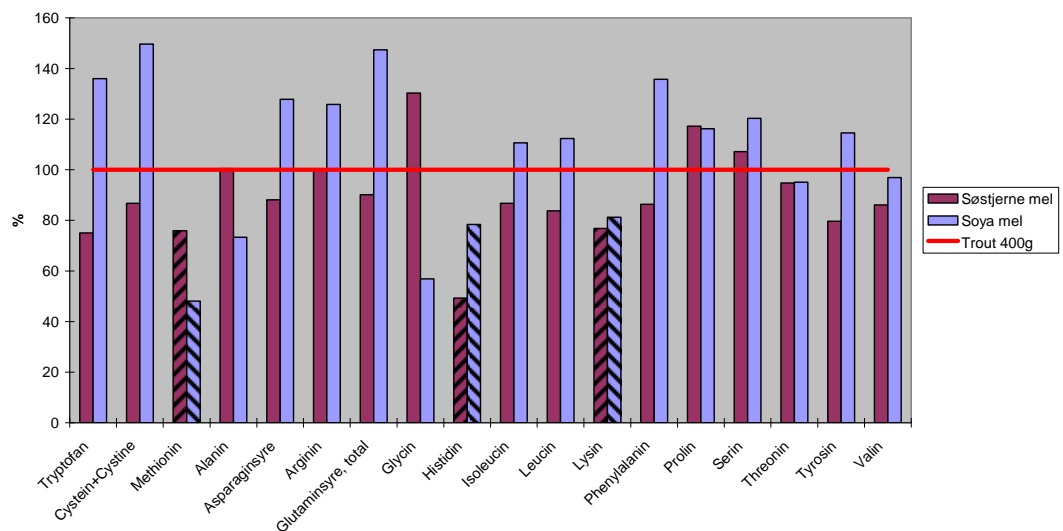
Som det ses fra analyseresultaterne indeholder søstjernemel en væsentlig andel aske – op mod 50 %, og udgør kun fyldstof i foderet, hvilket reducerer næringstætheden med reduceret foderudnyttelse til følge. Den producerede søstjerne mel er tilsyneladende ekstrem i forhold til analyserne på rå søstjerner. Ud fra analyserne må man generelt forvente et gennemsnitlig højere askeindhold og lavere protein indhold. Søstjernerne indeholder et overraskende højt indhold af NFE, evt. stammer en del fra føden, men 10 % af kropsvægten er vel ikke bare foderindtag?

P.g.a. det høje askeindhold/lave fedtindhold vil energiindholdet i råvaren være lav. Normalt vurderes råvarefordøjelighed på fisk (ørred), eller præliminært på mink. Der foreligger ingen, for fisk, relevante fordøjeligheder på søstjernemel, og det er derfor vanskeligt at vurdere den biologiske værdi.

Aminosyre sammensætningen af proteinet vurderet mod ørred profil og soja ses i fig 1. Da AA profilen angiver hvilke byggesten der er til rådighed for at lave ørred protein, kan man se at en del essentiell AA ligger lavere en for ørred. Specielt er fremhævet MET, LYS og HIS som er de 3 essentielle AA der normalt vil være begrænsende for AA optimering i ørred.

Fedtniveauet i søstjerner er som forventet meget lavt (1-2 % WW). Det er dog lidt interessant at notere sig at fedtsyreprofilen tilsvare olien i marin fisk (høj EPA (22:5n3) og DHA (22:6n3) og ekstra høj Arachidonsyre (20:4n6)).

Aminosyre sammenligninger
Søstjerne mel og soya mel som % af profilen i en 400 g ørred



Uønskede stoffer i forhold til fodermiddel og fuldfoder er angivet i tabel 1. Værdierne er omregnet til tørstof og søstjerne analyserne er gennemsnit af alle 7 analyser på hel søstjerne.

Tabel 1. Værdierne er baseret på tørstof.

***uorganisk Arsen skal kunne dokumenteres til at være >2 mg/kg. **Indgrebstærskel.**

	Bly mg/kg	Cadmium mg/kg	Kviksølv mg/kg	Arsen mg/kg	Dioxiner pg/kg	Dioxiner + dioxlignende PCB'er
Fodermiddel	11.4	2.27	0.57	17 (2.3*)	1.42(1.1**)	5.11(2.8**)
Fuldfoder	5.68	1.14	0.11	6.8 (2.3*)	2.56(1.99**)	8(4**)
Avg. Rå søstjerne	1.8	0.48	0.07	4.03		
afvigelse	1.8	0.22	0.02	0.68		

Som det fremgår af tabellen ligger alle værdierne under maximum. Cadmium varierer dog en del og enkelte værdier ligger på op mod 1, hvilket bør medføre ekstra opmærksomhed. Tilsvarende bør man være opmærksom på arsen, både

maximums grænsen, men også forbeholdet for maximum 2 mg/kg uorganisk arsen. Arsen analyserne på søstjerne er ikke delt op i organisk og uorganisk. Analyser på Dioxiner og dioxinlignende PCB'er er ikke tilgængelig, men bør vurderes.

Opsummerende kan man sige at søstjernemel som råvare til fiskefoder er en mulighed, men værdien vil nok forventes at ligge på niveau med soja mel. Den store askemængde er dødt materiale ernæringsmæssigt. Kvaliteten ser ud til at kunne variere en del og det bør undersøges hvad årsagen til variation kan være (størrelse, årstid, andet)

Man bør teste process effekter af højere inklusioner (10 – 15 %), og samtidig undersøge fodøjelighed af protein, energi og evt. aminosyrer.

Råvaren bliver pt. testet som attraktant i et ørredforsøg, men resultatet bliver ikke tilgængeligt førend i starten af 2008.



Bilag 2: Vurdering af søstjerner som fodermiddel

Af Anne Louise Frydendahl Hellwing, Institut for Basal Husdyr- og Veterinærvidenskab, Det Biovidenskabelige fakultet for Fødevarer, Veterinærvidenskab og Naturressourcer, Københavns Universitet.

Vurdering af søstjerner som fodermiddel

Af Anne Louise Frydendahl Hellwing, Institut for Basal Husdyr- og Veterinærvidenskab, Det Biovidenskabelige fakultet for Fødevarer, Veterinærvidenskab og Naturressourcer, Københavns Universitet. Grønnegårdsvej 3, 1870 Frederiksberg

Projektets hovedformål er at se på mulige anvendelser af søstjerner til foderbrug. I vurderingen indgår dels kemiske analyser af søstjerner fisket på forskellige årstider, søstjerner der er tørret og søstjerner der er delt i to fraktioner ved presning. I nærværende beskrivelse er der ikke taget hensyn til dioxiner og polycykliske aromatiske hydrocarboner. Der er heller ikke bestemt indhold af algetoksiner i søstjerner, der kan fortælle om produktet er skadeligt for dyrene.

1. Beskrivelse af produkterne, der indgår i vurderingen

Der indgår rå søstjerner som er fisket på 7 forskellige datoer (17/11-06, 6/01-07, 14/02-07, 21/03-07, 01/05-07, 21/06-07 og 18/08-07). Prøverne er blevet analyseret hos Steins Laboratorium for en række næringsstoffer og kemiske forbindelser. Prøverne er nummeret på følgende måde: søstjerne fanget 17/11-06 (Prøve ID: 67138-01), 16/01-07 (Prøve ID: 67139-01), 14/02-07 (Prøve ID: 67140-01), 21/03-07 (Prøve ID: 67141-01), 01/05-07 (Prøve ID: 67142-01), 21/06-07 (Prøve ID: 67144-01) og 18/08-07 (Prøve ID: 67145-01). I tabel 1, 2, 4, 5, 6, 7, og 9 er gennemsnittet for de analyserede partier angivet sammen med standardafvigelsen. I tabel A-F er indholdet for de enkelte partier angivet. I vurderingen tages der udgangspunkt i det gennemsnitlige indhold.

En del af søstjerneerne fanget 01/05-07 (Prøve ID: 67155-01) er blevet anvendt til fremstilling af søstjernemel. Dette produkt er blevet analyseret hos Steins Laboratorium for en række næringsstoffer og kemiske forbindelser.

På Nordjysk Minkfoder A/S fandt man frem til, at man ved presning af hakkede søstjerner kunne opnå en fraktionering i en tyndtflydende og tyktflydende fraktion. Den tyndtflydende fraktion er konserveret med syre. Den tyndtflydende fraktion udgør ca. 70% af søstjerneerne. Den tyndtflydende fraktion kunne konserveres med syrer, og der blev opnået en acceptabel holdbarhed. Den tyktflydende fraktion kunne ikke konserveres med syre pga. et højt kalkindhold (Hillemann, 2006). Der blev gennemført et besætningsforsøg, hvor den tyndtflydende fraktion blev anvendt til søer og smågrise (se afsnit 7.1). I vurderingen af tyndtflydende og tyktflydende fraktion indgår materiale udarbejdet af Georg Hillemann fra GH - Consult og Johannes Woller fra Urtica. Materialet består af projektbeskrivelse, kemiske analyser og resultatopgørelsen fra et besætningsforsøg hvor den tyndtflydende pressefraktion af søstjerner indgår.

De forskellige søstjerneprodukter er sammenlignet med henholdsvis to typer af fiskeensilage (LUM 17/3 og LUM 12/2), fiskemel og sojaskrå. Fiskeensilagerne indgik i forsøget med søer og smågrise. Hvis søstjerne er et potentielt proteinfodermiddel vil det skulle konkurrere med fiskemel og sojaskrå ernæringsmæssigt og økonomisk. Der er i kap 8 forsøgsvis lavet foderblandinger, der kun indeholder søstjernemel som proteinkilde samt hvede, for at vurdere

hvorvidt søstjernemel kan opfylde ernæringsbehovet for svin og fjerkræ (slagtekyllinger og høns).

2. Kemisk sammensætning

I tabel 1 og 2 er den gennemsnitlige kemiske sammensætning af søstjerne angivet, dertil kommer den kemiske sammensætning af søstjernemel, søstjerner der er fraktioneret i en tyktflydende og den tyndtflydende fraktion. I tabel A findes de enkelte analyseværdier for søstjerner fanget hen over året.

2.1 Søstjerner

2.1.1. Tørstof og aske: Tørstofindholdet i søstjerner er omkring 25% uanset fangsttidspunkt (tabel 1 og tabel A). Indholdet af aske varierer derimod noget mere. Askeindholdet er lavest for søstjerner fanget den 1. maj, hvor 31.3 % af tørstoffet (TS) er aske, og højest for søstjerner fanget den 21. juni, hvor asken udgør 48.3% af TS. Dermed er askeindholdet 54% højere den 21. juni end den 1. maj. Det må formodes at en del af asken er sand, om denne mængde er forskellig hen over året, så dette er del af forklaring på svingende askeindhold vides ikke. Sandindholdet i søstjernerne bør bestemmes med henblik på at vurdere om sandet kan give problemer foderteknisk eller ernæringsmæssigt. Askeindholdet i søstjerner er ca. 130-300% højere end i fiskeensilage, ca. 220% højere end i fiskemel og ca. 560% højere end i sojaskrå¹ (tabel 1 og tabel A). Askeindholdet i søstjerner er altså mange gange højere end i sojaskrå, fiskemel.

2.1.2 Sammensætning af organisk stof: Råprotein og råfedt udgør i gennemsnit henholdsvis 42.2% og 7.3% af TS i søstjerne. Dette svarer til at det organiske stof består af ca. 72% protein og 10.8% fedt. Indholdet af NFE og træstof er beregnet ved subtraktion og er ikke medtaget i vurderingen se ydermere afsnit 5.

For protein og fedt er der ligesom for aske en årstidsvariation. Det højeste proteinindhold er i fangsten fra 1. maj, hvor 53.6% af TS er protein og det laveste er i fangsten fra 21. juni, hvor proteinet kun udgør 34.7% af TS. Fedtindholdet er højst i fangsten fra 1. maj (8.9% af TS) og lavest i fangsten fra 18. august (5.0% af TS). Sammenlignes der med fiskemel er protein- og fedtindholdet på basis af tørstof betydelig lavere i søstjerner. Dette skyldes i høj grad de høje askeindhold.

2.1.3 Energi: Enzymfordøjeligt organisk stof (EFOS) og enzymfordøjeligt organisk stof ved ileum (EFOSi) fortæller hvor stor en andel af det organiske stof der bliver fordøjet in vitro² hos grisen henholdsvis i hele dyret og i tyndtarmen. Forskellen mellem EFOS og EFOSi er udtryk for den mikrobielle omsætning i tyktarmen. Forskellen mellem EFOS og EFOSi for søstjerner er på ca. 2 procentpoint (tabel 2) og det kan derfor konkluderes at nedbrydning af næringsstoffer højst sandsynlig vil finde sted i tyndtarmen.

1) Beregnes som forskellen mellem det gennemsnitlige indhold i søstjerner i forhold til fodermidlemes indhold. F.eks. sojaskrå $(41.7-6.3)/6.3 * 100 = 562 \%$

2) In vitro betyder det som foregår i et reagensglas.

Sammenlignes EFOS og EFOSi for søstjerner med fiskeensilage, sojaskrå og fiskemel ses det at søstjerner har de højeste værdier for EFOS og EFOSi (tabel 2), hvilket kunne tyde på, at det organiske stof i søstjerner stort set kan fordøjes 100%.

Undersøgelser af Boisen og Fernández (1997) har vist at in vitro energifordøjelighed var betydelig højere end in vivo energifordøjeligheden for kød og benmel (87.9% versus 65.3%), der kan have et indhold af aske på op til 40%. Dette kan tyde på at højt askeindhold har en negativ effekt på energifordøjeligheden (Det skal dog bemærkes at en væsentlig del af asken i kød- og benmel stammer fra knogler, mens asken i søstjerne hovedsagligt stammer fra CaCO₃). Dette betyder at der er en begrundet sandsynlighed for fordøjeligheder bestemt på dyr er betydelig lavere end man kan forvente ud fra EFOS-metoden. Herved bliver energiværdien af søstjerner overestimeret.

Det beregnede indhold af foderenheder til svin (FE_{sv}) og foderenheder til søer (FE_{so}) svarer til knap 1 FE pr kg TS, dette er lavere end i fiskemel og fiskeensilage, dette skyldes det noget højere askeindhold i søstjerneerne.

Indholdet af omsættelig energi til både fjerkræ og mink er forsøgt estimeret (se fodnote tabel 2). Indholdet af omsættelig energi til fjerkræ og mink er henholdsvis 8.7 MJ/kg TS og 8.9 MJ/kg TS. Disse er noget lavere end f.eks. værdien for fiskeensilage og fiskemel. Ligesom for EFOS metoden er der stor risiko for at disse værdier er overestimerede.

2.2 Søstjernemel

2.2.1 Tørstof og aske: Søstjernemelet er produceret af søstjerneerne fanget den 1. maj. Askeindholdet i søstjernemelet ca. 11% højere end i de søstjerner, søstjernemelet blev produceret ud fra.

2.2.2 Sammensætning af organisk stof: Proteinindholdet er ca. 4% højere i søstjernemelet end i de søstjerner, som melet blev produceret ud fra, hvorimod fedtindholdet er ca. 18% lavere. Dette betyder at der ved tørring og formalingsprocessen er forsvundet en del fedt.

2.2.3 Energi: EFOS og EFOSi er ca. 3% lavere i søstjernemel end søstjerne, hvilket kan skyldes varmbehandlingen (Opstvedt et al, 2003)

Indholdet af omsættelig energi til både fjerkræ (11.1 MJ/kg TS) og mink (11.3 MJ/kg TS) er med de valgte forudsætninger nogenlunde det samme som sojaskrå (fjerkræ 11.0 og mink 9.6 MJ/kg TS).

2.3 Tyktflydende pressefraktion

2.3.1 Tørstof og aske: Den tyktflydende del af søstjerneerne har en tørstofprocent på omkring 60%, hvilket er ca. 3 gange så højt som for den tyndflydende del (tabel 1). En betydelig del af tørstoffet er aske (72.6%), hvilket er 3.5 gange

højere end i den tyndtflydende del og 11 gange højere end i sojaskrå. Under forudsætning af at den tyktflydende del udgør 30% af søstjerneerne genfindes 86% af den samlede askemængde i den tyktflydende del (tabel 3).

2.3.2 Sammensætning af organisk stof: Det organiske stof udgør ca. 27% af den tyktflydende del. Det organiske stof består af 76% protein og 6% fedt (tabel 2).

2.3.3 Energi: Den tyktflydende del indeholder kun 6.4 MJ bruttoenergi. Den tyktflydende del vurderes at indeholde 0.3 FEsvin og FEso. Dette er lavere end hvad man finder i et fodermiddel som grønpiller (0.41 FEsvin/kg ts) (Tabel 2). Indholdet af omsættelig energi pr kg TS er 3.8 MJ/kg TS til både fjerkræ og mink.

2.4 Tyndtflydende pressefraktion

2.4.1 Tørstof og aske: Tørstofindholdet i den tyndtflydende fraktion er betydelig lavere end i den tyktflydende del og sammenlignelig med fiskeensilage (tabel 1).

2.4.2 Sammensætning af organisk stof: Proteinindholdet i den tyndtflydende del er den samme som for sojaskrå, men lavere end fiskeensilage og fiskemel (tabel 2). Indholdet af fedt er ca. 50% højere end i fiskemel. I den tyndtflydende fraktion genfindes ca. 70% af den organisk fraktion fra søstjerneerne. Ligeledes genfindes henholdsvis 65% af proteinet og 88% af fedt i den tyndtflydende fraktion af søstjerner, mens størstedelen af asken forbliver i den tyktflydende fraktion af søstjerneerne (tabel 3).

2.4.3 Energi: Bruttoenergiindholdet i den tyndtflydende del er ca. 22 MJ/kg tørstof hvilket svarer nogenlunde til det der findes i fiskemel og fiskeensilage, men ca. 17% mere end det man finder i sojaskrå. Indholdet af foderenheder i den tyndtflydende fraktion er sammenlignelig med fiskeensilage og fiskemel. Indholdet af omsættelige energi til fjerkræ og mink er ca. 14 MJ/kg TS, hvilket er mindre end fiskemel.

Tabel 1: Den kemiske sammensætning angivet som gennemsnit for søstjerner, søstjernemel, den tyndtflydende og tyktflydende fraktion af søstjerner skilt ad ved presning, to forskellige typer af fiskeensilage (LUM 17/3 og LUM 12/2), sojaskrå og fiskemel. Alle angivet som % af varen.

	Søstjerner ^{1,6}	Søstjernemel ²	Tynd ³	Tyk ³	LUM 17/3 ³	LUM 12/2 ³	Sojaskrå ⁴	Fiskemel ⁵
Tørstof [% af varen]	24.4 (1.9)	93.6	18.7	57.4	24	18.5	90	91.6
Organisk stof [% af varen]	14.2 (1.7)	61.1	15.8	15.7	21.5	15.1	84.3	79.6
Råakse [% af varen]	10.2 (1.7)	32.5	2.9	41.7	2.5	3.4	5.7	12
Råprotein (N*6.25) [% af varen]	10.2 (1.5)	52.0	9.6	11.9	17	12	46.1	73.8
Råfedt [% af varen]	1.5 (0.3)	6.8	3.4	1	3.5	2	2.2	11
Træstof [% af varen]							6.5	
NFE [% af varen]			2.8	2.8	1	1.1	29.6	
Råkulhydrater (Træstof + NFE) [% af varen]	2.4 (0.9)	2.3	2.8	2.8	1	1.1	36.1	

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S (7 prøver)

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Woller (2005)

⁴ Kjos (ikke publiceret data)

⁵ Skede et al. (1998)

⁶ Middelværdi (standardafvigelse ($\sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{(n-1)}}$))

Tabel 2: Den kemiske sammensætning angivet som gennemsnit for søstjerner, søstjernemel, den tyndtflydende og tyktflydende fraktion af søstjerner skilt ad ved presning, to forskellige typer af fiskeensilage (LUM 17/3 og LUM 12/2), sojaskrå og fiskemel.

	Søstjerner ^{1,6}	Sø- stjerne- mel ²	Tynd ³	Tyk ³	LUM 17/3 ³	LUM 12/2 ³	Sojaskrå ⁴	Fiskemel ⁵
Tørstof [% af varen]	24.4 (1.9)	93.6	18.7	57.4	24.0	18.5	90.0	91.6
Råakse [% TS]	41.7 (6.1)	34.7	15.5	72.6	10.4	18.4	6.3	13.1
Råprotein (N*6.25) [% TS]	42.2 (6.6)	55.6	51.3	20.7	70.8	64.9	51.2	80.6
Råfedt [% TS]	6.3 (1.4)	7.3	18.2	1.7	14.6	10.8	2.4	12.0
NFE [% TS]			15.0	4.9	4.2	5.9	32.9	0.0
Bruttoenergi ⁷ [MJ/kg TS]	14.3 (1.7)	16.6	22.0	6.4	23.3	20.7	18.8	23.8
EFOS ⁹ [%]	99.1 (0.3)	95.6			95.6 ⁸	95.6 ⁸	91.3 ⁸	94.4 ⁸
EFOSi ⁹ [%]	97.7 (1.0)	95.6			93.9 ⁸	93.9 ⁸	72.2 ⁸	94.5 ⁸
FEsv [FE/kg TS]	0.91 (0.1)	0.98	1.53	0.32	1.41 ⁸	1.28 ⁸	1.00 ⁸	1.25 ⁸
FEso [FE/kg TS]	0.87 (0.1)	0.95	1.38	0.30	1.36 ⁸	1.24 ⁸	1.04 ⁸	1.20 ⁸
Omsættelig energi fjerkræ [MJ/kg TS] ¹⁰	8.7 (1.5)	11.1	14.2	3.8	16.0	13.8	11.0	16.6
Omsættelig mink [MJ/kg TS] ¹¹	8.9 (1.5)	11.3	14.7	3.8	17.1	14.7	9.6	17.1

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S (7 prøver)

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Angivet af Johannes Woller. FE beregnet efter de metoder der blev anvendt indtil 1 sep. 2006. Der vil dog kun være mindre ændringer i forhold til nuværende system. Enzymfordøjelig organisk stof (EFOS), Enzym fordøjelig nitrogen ved ileum (EFNi) kendes ikke.

⁴ Kjos (ikke publiceret data)

⁵ Skede et al. (1998)

⁶ Middelværdi (standafvigelse ($\sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{(n - 1)}}$))

⁷ Beregnet GE [kJ/kg TS] = (Protein [g/kg TS]*23.9 kJ/g + kulhydrat [g/kg TS]*17.6 kJ/g + fedt [g/kg TS]*39.6 kJ/g)/1000

⁸ Info svin (2008) elektronisk fodermiddeltabel

⁹ Enzymfordøjelig organisk stof (EFOS), Enzymfordøjelig organisk stof ved ileum (EFOSi)

¹⁰ Indholdet af omsættelig energi til fjerkræ kan beregnes på følgende måde MJ/kg TS = (15.51 kJ/g * protein [g/kg ts] + 34.31 kJ/g * fedt [g/kg ts] + 16.69 kJ/g * stivelse [g/kg TS] + 13.01 kJ/g * sukker [g/kg TS])/1000. Stivelse og sukker sættes til nul for fjerkræ (Chwalibog, 2007)

¹¹ Indholdet af omsættelig energi til mink bliver beregnet på følgende måde. Det antages at proteinfordøjeligheden er 84% og fedtfordøjeligheden er 93%. Fiskeensilage, fiskemel og sojaskrå beregnes ud fra fordøjeligheder som Ahlstrøm (2004) angiver for produkterne. MJ/kg TS = (18.4 kJ/g * fordøjelige protein [g/kg ts] + 39.8 kJ/g * fordøjelig fedt [g/kg ts]) / 1000.

Tabel 3 Beregnet sammensætning af søstjerne, angivet som andel af de forskellige næringsstoffer som stammer fra henholdsvis den tykflydende og tyndflydende pressefraktion af søstjerner. Ved beregning af den kemiske sammensætning forudsættes det at en tykflydende fraktion udgør 30% af søstjerne og den tyndflydende andel udgør 70% af søstjerne.

		Kemisk sammensætning af søstjerner Beregnet	Andel af næringsstoffer fra søstjerner [%]	
			Tynd	Tyk
Tørstof	%	30.3	43.2	56.8
Organisk stof	%	15.8	70.1	29.9
Råaske	%	14.5	14.0	86.0
Råprotein	%	10.3	65.3	34.7
Råfedt	%	2.7	88.8	11.2
NFE	%	2.8	70.0	30.0

2.5 Konklusion

- Søstjerner indeholder i gennemsnit 41.7% aske, 42.2% protein og 6.3% fedt af tørstoffet. Askeindholdet er betydelig højere end i fiskemel, fiskeensilage og sojaskrå. Der er en betydelig årstidsvariation således at søstjerner fanget 1. maj har det lavest askeindhold og højeste proteinindhold.
- Indholdet af aske og protein er stort set det samme i søstjernemel og det parti søstjerner som melet er produceret ud fra (partiet fanget den 1. maj).
- EFOS og EFOSi for søstjerner og søstjernemel er på niveau med eller højere end fiskeensilage, sojaskrå og fiskemel. Der er dog stor sandsynlighed for at fordøjeligheden in vivo noget lavere.
- Ved presning af søstjerner opnås to fraktioner en tyndflydende og tykflydende fraktion. Den tyndflydende fraktion har et betydeligt lavere askeindhold (på niveau med fiskemel) end søstjerner og søstjernemel. Indholdet af råprotein i den tyndflydende del er på niveau med søstjernemelet mens indholdet af råfedt er 152% højere i den tyndflydende del end i søstjernemelet (tabel 2).

3. Aminosyrer

Både den samlede mængde af protein og indholdet af de enkelte aminosyrer spiller en rolle i vurderingen af proteinets kvalitet. Fordelingen mellem essentielle og ikke-essentielle aminosyrer har stor betydning, når kvaliteten af proteinet skal vurderes. I denne opgørelse regnes lysin, methionin, threonin, tryptophan, isoleucin, leucin, histidin, phenylalanin og valin for essentielle. Der vil dog være forskelle mellem aldersgrupper indenfor dyrearter og forskelle mellem dyrearter for hvilke der regnes for essentielle, da syntesekapaciteten for nogle aminosyrer er ganske lav hos nogle dyrearter. Derfor regnes f.eks. arginin, cystein, glycin, glutamin og tyrosin for essentielle hos nogle dyrearter.

Tabel 4: Indhold af aminosyrer som gennemsnit af de analyserede søstjerner, søstjernemel, den tyntflydende og tyktflydende fraktion af søstjerner opnået ved presning, sojaskrå og fiskemel i g/kg TS

	Søstjerner ^{1, 6, 7}	Søstjernemel ^{2, 7}	Tynd ³	Tyk ³	Sojaskrå ⁴	Fiskemel ⁵
Lysin	25.3 (4.4)	30.60	37.8	9.4	31.8	69.4
Methionin	7.6 (1.0)	11.30	12.4	3.7	6.8	24.3
Threonin	17.9 (2.1)	20.60	28.2	7.7	19.5	26.5
Tryptophan	3.8 (0.4)	3.90	7.2	1.6	7.2	7.5
Isoleucin	14.6 (2.0)	19.00	22.5	6.5	25.4	40.4
Leucin	21.4 (3.0)	30.40	33.2	8.7	39.8	66.8
Histidin	6.7 (0.9)	8.90	10.8	2.6	14.1	17.4
Phenylalanin	12.9 (2.2)	17.10	21.5	5.0	25.9	34.2
Valin	18.3 (3.0)	22.70	28.6	8.4	26.4	43.8
I alt essentielle	128.3 (18.5)	164.50	202.2	53.5	196.8	330.3
Cystein	5.4 (0.6)	4.80	8.5	2.4	7.1	5.0
Asparaginsyre	32.4 (3.9)	41.30	47.6	18.2	59.5	90.9
Serin	20.3 (3.0)	23.50	21.6	12.9	27.7	31.3
Glutaminsyre	41.1 (5.5)	58.10	55.6	23.4	100.7	93.9
Glycin	81.1 (13.0)	56.80	50.5	37.4	22.1	55.7
Alanin	21.0 (4.0)	33.00	20.1	13.6	22.4	50.0
Tyrosin	11.7 (1.8)	13.50	17.2	6.3	21.7	25.2
Arginin	24.6 (3.5)	30.40	26.2	15.2	26.0	55.5
Prolin	18.1 (2.2)	26.90	18.5	14.1	38.7	40.2
I alt ikke essentielle	255.7 (36.1)	288.30	265.7	143.3	325.8	447.7
I alt	384.0 (54.1)	452.80	467.9	196.8	522.6	778
Råprotein (N*6.25)	421.6 (66)	556.0	513	207	512	806

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S (7 prøver)

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Angivet af Johannes Woller. FE beregnet efter de metoder der blev anvendt indtil 1 sep. 2006.

Der vil dog kun være mindre ændringer i forhold til nuværende system. Enzymfordøjelig organisk stof (EFOS), Enzym fordøjelig nitrogen ved ileum (EFNi) kendes ikke.

⁴ Kjos (ikke publiceret data)

⁵ Skede et al. (1998)

⁶ Middelværdi (standafvigelse ($\sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}}$))

⁷ Samlet mængde af fri og bundne aminosyrer

⁸ Tallet i parentes angiver andelen af henholdsvis essentielle og ikke essentielle aminosyrer ud af foderets totale indhold af essentielle og ikke essentielle aminosyrer.

3.1 Vurdering af aminosyresammensætning

I dette afsnit bliver det procentvise indhold af aminosyrer sammenlignet med fiskemel og sojaskrå som er de to mest anvendte proteinkilder til grise. Desuden sammenlignes de to fraktioner med æggeprotein, da dette protein indenfor human ernæring ofte betegnes, som det protein der har den mest ideale sammensætning.

3.1.1 Søstjerner: Råproteinindholdet er på 42.2 % af TS, hvilket er lavere end sojaskrå. Indholdet af essentielle aminosyrer er 128 g/kg TS svarende til 31% af råproteinet (Tabel 4). Den hyppigst forekommende aminosyre er glycin (81 g/kg TS) og den mindst forekommende er tryptofan (3.8 g/kg TS). Der er en del variation mellem de forskellige partier af søstjerner, men den er ikke større end for råprotein (Tabel B).

Kigges der på de relative sammensætning af aminosyrer i forhold til råprotein er variation mellem partier mindre end hvis indholdet opgøres i g/kg TS (Tabel C). Lysin udgør 6.0% af råprotein, hvilket svarer til sojaskrå, men det er lavere end fiskemel og æg. Ligeledes er methionin, methionin plus cystein og threonin enten højere eller det samme som i sojaskrå, når der kigges på den relative fordeling i råprotein.

3.1.2 Søstjernemel: Råproteinindholdet i søstjernemel er på 55.6% af TS, hvilket er højere end i sojaskrå. Indholdet af råprotein i søstjernemelet svarer nogenlunde til det parti søstjernemelet er fremstillet ud fra (søstjerner fanget 1. maj). I forhold til søstjerner er der nogle forskydninger i aminosyrer sammensætningen. Glycin udgør 107 g/kg TS i søstjerner fanget den 1. maj, mens indholdet i søstjernemelet fremstillet af dette parti kun udgør 58.1 g/kg TS, altså en reduktion på næsten 50% (Tabel B). Der sker ligeledes en reduktion i indholdet af cystein fra 6.1 g/kg TS i friske søstjerner til 4.8 g/kg TS i søstjernemelet. Indholdet af nogle aminosyrer er også større i søstjernemelet end det parti det fremstillet ud fra (F.eks. leucin og methionin) (Tabel B).

Den relative fordeling mellem aminosyrerne er derfor anderledes i søstjernemelet end i søstjerner. Lysin udgør kun 5.5 % af råproteinet i søstjernemelet i forhold 5.9 for søstjerner fanget samme dato (Tabel B). Kigges der på hvor stor en del af råproteinet der genfindes som aminosyrer er dette kun 81% for søstjernemelet (tabel 5). En sandsynlig årsag, til at indholdet af aminosyrer i søstjernemelet er reduceret, er, at aminosyrerne er blevet omdannet til aminer. Hvis mængden af frie aminosyre i søstjerner fanget den 1. maj sammenlignes med indholdet i søstjernemel, ses der en betydelig reduktion i indholdet af fri glycin, lysin, serin, glutaminsyre og arginin (tabel B).

Fremstilling af søstjernemel kan medføre en reduktion i foderets næringsværdi, idet fordøjeligheden af bl.a. protein kan blive reduceret (Opstvedt et al., 2003). EFOS og EFOSi er lavere for søstjernemelet end for søstjernerne (tabel 2), hvilket kunne tyde på en reduktion i fordøjeligheden.

3.1.1 Tyktflydende fraktion af søstjerner. I den tyktflydende fraktion udgør de essentielle aminosyrer ca. 26%. Sammenligner man den procentvise sammensætning af proteinet med fiskemel, æg og sojaskrå kan man se at indholdet er mindst i den tyktflydende del med undtagelse af methionin, methionin plus cystein og threonin. Med hensyn til methionin og methionin plus cystein er den kun marginalt bedre end sojaskrå. Indholdet af methionin og cystein er ca. 40% lavere end i æg. Threonin indholdet er ca. 12% højere end i fiskemel og 16% lavere end i æg (tabel 5).

3.1.2 Tyndtflydende fraktion af søstjerner. I den tyndtflydende fraktion udgør de essentielle aminosyrer ca. 39% af råproteinet. Den tyndtflydende fraktion indeholder betydelig mere threonin end fiskemel (67% mere) og æg (25% mere). Indholdet af tryptophan er det samme som sojaskrå og æg, men højere end i fiskemel (56 % mere). Indholdet af lysin er 15% lavere end i fiskemel, men på samme niveau som i æg. Indholdet af methionin er 20% lavere end i fiskemel. Det tyndtflydendes fraktions samlede indhold af svovlholdige aminosyrer (methionin og cystein) er højere end i fiskemel, hvilket skyldes at den tyndtflydende fraktion indeholder 175% mere cystein end fiskemel. I forhold til æg er indholdet af methionin og cystein ca. 20% lavere. Den samlede vurdering er derfor at den tyndtflydende del har et højt indhold af essentielle aminosyrer og proteinværdien sandsynligvis vil være den samme som fiskemel eller lidt lavere.

I forhold til søstjerner og søstjernemel er aminosyre sammensætningen i den tyndtflydende del betydelig bedre. Det skyldes at indholdet af essentielle aminosyrer er 29% højere i den tyndtflydende del end i søstjerner.

Tabel 5 Indhold af essentielle aminosyre i forhold til protein som gennemsnit af de fangende søstjerner, søstjernemel, i den tyktflydende, tyndtflydende fraktion af pressede søstjerner, sojaskrå, fiskemel og æg.

	Søstjerner ^{1,6}	Søstjernemel ²	Tyk ³	Tynd ³	Sojaskrå ⁴	Fiskemel ⁵	Æg
Lysin	6.0 (0.3)	5.5	4.5	7.4	6.1	8.6	7.3
Methionin	1.8 (0.1)	2.0	1.8	2.4	1.4	3.0	
Methionin og Cystein	3.1 (0.2)	2.9	2.9	4.1	2.8	3.6	5.2
Threonin	4.3 (0.3)	3.7	3.7	5.5	3.7	3.3	4.4
Tryptophan	0.9 (0.1)	0.7	0.8	1.4	1.4	0.9	1.3
Isoleucin	3.5 (0.2)	3.4	3.2	4.4	4.9	5.0	5.3
Leucin	5.1 (0.2)	5.5	4.2	6.5	7.7	8.3	8.6
Histidin	1.6 (0.1)	1.6	1.3	2.1	2.7	2.2	2.5
Phenylalanin	3.0 (0.2)	3.1	2.4	4.2	5.0	4.2	
Phenylalanin og tyrosin	5.8 (0.3)	5.5	5.4	7.5	8.9	7.4	9.4
Valin	4.3 (0.3)	4.1	4.1	5.6	5.1	5.4	6.8
EEA ⁷	30.5 (1.2)	29.6	25.8	39.4	38.0	41.0	
NEEA ⁷	60.8 (2.1)	51.9	69.1	51.8	62.7	55.6	
Total	91.3 (2.9)	81.5	94.9	91.2	100.7	96.6	

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S (7 prøver)

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Angivet af Johannes Woller. FE beregnet efter de metoder der blev anvendt indtil 1 sep. 2006. Der vil dog kun være mindre ændringer i forhold til nuværende system. Enzymfordøjelig organisk stof (EFOS), Enzym fordøjelig nitrogen ved ileum (EFNi) kendes ikke.

⁴ Kjos (ikke publiceret data)

⁵ Skede et al. (1998)

⁶ Middelværdi (standafvigelse ($\sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{(n-1)}}$))

⁷ EAA: Essentielle aminosyrer, NEAA: Non-essentielle aminosyrer

3.2 Konklusion

- Sammensætningen af aminosyrer i forhold til råprotein i søstjerner er bedre end i sojaskrå for methionin, methionine plus cystein og treonin, men dårligere end fiskemel.
- Sammensætningen af aminosyrer i råproteinet i søstjernermelet er forskellig fra søstjerner. Indholdet af lysin i råproteinet er mindre end i både søstjerner, sojaskrå og fiskemel.
- Den tyndtflydende fraktion af søstjerner har en sammensætning der kun er lidt ringere end fiskemel med hensyn til lysin og methionin.

4. Fedt

4.1 Søstjerner

Fedtindholdet varierer hen over året og udgør i snit 6.3% af TS (Tabel 2), hvilket er mindre end i fiskemel, men mere end i sojaskrå. Sammensætningen af fedtet er dog anderledes end sojaskrå og til dels fiskemel. Indholdet af de to essentielle fedtsyrer linolsyrer (18:2 \square -6) og linolensyre (18:3 \square -3) er på henholdsvis 0.2% og 0.5% af alle fedtsyrer, hvilket er betydelig lavere end i sojaskrå og fiskemel. Derimod er indholdet af fedtsyrer med en kædelængde på C:20 eller mere ganske højt og udgør næsten 60% af alle fedtsyrerne (tabel 6), hvilket er betydelig mere end i sojaskrå og 25% mere end i fiskeolie fra sild (se note tabel 6). Arachidonsyre (C20:4 \square -6), udgør 3.0% af alle fedtsyrer, denne fedtsyre er essentiel for katten. Det må dog antages at indholdet af denne fedtsyre næsten er nul i sojaskrå, da indholdet af fedtsyrer med en kædelængde på C20 eller mere kun er 0.2%. Indholdet i fiskemel er på 2.4% hvilket svarer nogenlunde til søstjerner.

Tabel 6 Fedtsyrer sammensætningen som gennemsnit for søstjerner, søstjernemel, sojaskrå og fiskemel

	Søstjerner ^{1,7}	Søstjernemel ²	Sojaskrå ³	Fiskemel ³
% fedtsyre af fedt	55.9 (7.9)	73.8		
Sum af fedtsyrer C:20 og derover [% af fedtsyrer]	57.5 (4.5)	45	0.2 ⁷	45.6 ⁷
Sum af ω-3 fedtsyrer [% af fedtsyrer]	29.4 (1.8)	23.8	6.8 ⁷	17.8 ⁷
Sum af ω-6 fedtsyrer [% af fedtsyrer]	4.7 (0.6)	6.6	51.0 ⁷	1.4 ⁷
Sum af mættede fedtsyrer [% af fedtsyrer]	18.7 (2.4)	23.4	15.1 ⁷	22.8 ⁷
Sum af enkeltumættede fedtsyrer [% af fedtsyrer]	33.8 (1.7)	40.3		
Sum af flerumættede fedtsyrer [% af fedtsyrer]	38.3 (2.4)	33.2		
Sum af alle mættede [% af fedtsyrer]			84.9 ⁷	77.2 ⁷
Sum af fedtsyrer [% af fedtsyrer]	90.8 (4.3)	96.9		
C16:0 [% af fedtsyrer]	7.4 (0.5)	11.8	10.5	17.8
Sum af C16 [% af fedtsyrer]	15.0 (3.2)	19.1		
C18:0 [% af fedtsyrer]	4.4 (0.5)	3.9	10.5	17.8
C18:2 ω 6 [% af fedtsyrer] Linolsyre	0.2 (0.0)	3.6	53.1	2.1
C18:3 ω-3 [% af fedtsyrer] Linolensyre	0.5 (0.2)	1.3	7.4 ⁴	1.9 ⁴
C18:3 ω-6 [% af fedtsyrer]	0.3 (0.1)	0.1		
Sum 18 [% af fedtsyrer]	12.2 (3.2)	26.3		
C20:3 ω-6 [% af fedtsyrer]	0.2 (0.0)	0.2		
C20:4ω-6 [% af fedtsyrer] Arachidonsyre	3.0 (0.4)	1.8		2.4
C20:5ω-3 [% af fedtsyrer]	13.2 (3.0)	9.2		
Sum 20 [% af fedtsyrer]	40.0 (2.4)	26.4		
C22:6 ω-3 [% af fedtsyrer]	8.5 (2.5)	8.4		
Sum 22 [% af fedtsyrer]	14.8 (2.9)	17.5		
Jodtal ⁵			130	159
Jodtalsprodukt ⁶ hg pr kg foder			28.6	174.9

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Sauvan D., Perez J.-M. og Tran G. (2004). Tables of composition and nutritional value of feed materials : pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses and fish. The Institut National de la Recherche Agronomique, the Association Francaise de Zootechnie and the Institut National Agronomique Paris-Grignon -- Paris INRA 2004

⁴ Fordeling mellem ω-6 og ω-3 kendes ikke.

⁵ Jodtal er et udtryk for fedtets indhold af umættede fedtsyrer. Jodtallet i et foderstof bestemmes som antal enheder jodioner, der kan bindes til 100 g fedt.

⁶ Jodtalsproduktet beregnes som: hg (hektogram) råfedt × jodtal = jodtalsprodukt.

⁷ National Research Council (1998). Nutrients requirements of swine, 10th revised edition.

National Academy Press, Wahington, D. Tallene er for rene olier henholdsvis sojaolie og sildeolie, men det antages at fedtsyre sammensætningen i henholdsvis sojaskrå og fiskemel er det samme.

4.2 Søstjernemel

Fedtindholdet i søstjernemel er på 7.3% af TS, og svarer nogenlunde til det, som er i søstjerner fanget samme dato (Tabel D). I fremstillingsprocessen sker der nogle ændringer af fedtsyresammensætningen. Antallet af fedtsyre med kædelængde på C20 og derover falder. Ligeledes bliver andelen af flereumættede fedtsyrer lavere (Tabel D). Indholdet af fedtsyre med kædelængde på C20 og derover svarer nogenlunde til fiskeolie fra sild (note til tabel 6). Indholdet af de to essentielle fedtsyrer linolsyrer (18:2 ω -6) og linolensyre (18:3 ω -3) er på henholdsvis 3.6% og 1.3% af alle fedtsyrer svarende nogenlunde til det man finder i fiskemel. Indholdet af arachidonsyre (C20:4 ω -6) er ca. det halve af hvad der findes i søstjernerne.

4.3 Fraktionerede søstjerner

Der findes ingen analyser på fedtsyresammensætningen i de fraktionerede søstjerner. Indholdet af fedt er højere i den tyndtflydende del (18.2% af TS) end den tyktflydende del (1.7% af TS).

4.4 Jodtal og Jodtalsprodukt

Fedtsyresammensætningen kan have betydning for kvaliteten og smagen af fedt i slagteprodukter. Fedtsyresammensætningen i dyrenes væv afspejler nogen udstrækning sammensætningen i foderet. Hvis der fodres med foder, hvor fedtet har et højt indhold af flereumættede fedtsyrer vil spækket hos grise blive mindre fast, og det vil nemmere harske. For at beskrive fedtets mætningsgrad anvendes to parametre. Jodtallet angiver fedts hårdhed eller antallet af dobbeltbindinger. Et højt jodtal indikerer, at fedtet indeholder mange dobbeltbindinger og har en lav hårdhed. Således indeholder fedtet i fiskemel flere dobbeltbindinger end sojaskrå (tabel 6). Hvis jodtallet ganges med indholdet af råfedt fås jodtalsproduktet, der er en parameter, der kan anvendes til beskrive fedtets kvalitet. Jodtallet er ikke bestemt for søstjernerne, men det må formodes at være i samme størrelsesorden som fiskemel. Hvis søstjerner skal anvendes i fodringen af grise og fjerkræ (Slagtekyllinger og høns) vil det være nødvendigt at undersøge hvilken indflydelse fedtet har på slutproduktets fedtsyresammensætning, kvalitet og smag.

4.5 Konklusion

- Søstjerne og søstjernemel har højt indhold af fedtsyrer med kædelængde C20 eller derover
- Indholdet af enkeltumættede og flerumættede udgør over halvdelen af fedtsyrerne i søstjerner og søstjernemel.
- Indholdet af linolsyrer og linolensyrer er lavt i søstjerner
- Fedtsyresammensætning i de pressede fraktioner af søstjerner kendes ikke
- Jodtallet for søstjerner og søstjernemel kendes ikke og det bør undersøges om fodring med søstjerner eller søstjernemel medfører en forringelse af spækkvalitet

5. NFE og træstof

NFE og træstof udgør den rest der er tilbage når søstjerne og søstjernemelet er blevet analyseret for råaske, råprotein og råfedt. Det betyder at evt. analyseusikkerheder bliver overført til denne fraktion. I forbindelse med askeanalysen kan metaller der findes i organiske forbindelser omdannes til oxider (F.eks. kan calciumcarbonat blive omdannet til calciumoxid), der er risiko for at en del af natriumet, kaliumet og kloriden forsvinder ved sublimering. Ydermere anvendes der en fast faktor til omregning af kvælstof til protein, den faktor afhænger af N% i protein. Det må formodes at indholdet af NFE er ganske lavt.

Søstjerne fanget den 1. maj er blevet analyseret for sukker og stivelse. Indholdet af disse er ganske lave. Sukker udgør mindre 0.1% af varen, mens stivelse udgør 0.2% af varen (tabel A). Stivelsen er formodentlig glukagon. Det er muligt at en del af kulhydraterne, der findes i søstjerne indgår i forskellige aminoglykaner eller glykolipider. Hvor vidt disse kan bestemmes ved de analyser som på nuværende tidspunkt er foretaget vides ikke.

6. Mineraler

Indholdet af mineraler er angivet i tabel 7 og tabel E. Sandindholdet er ikke analyseret, men det må formodes at søstjerne indeholder en del sand. Analysen bør indgå i fremtidigt arbejde.

6.1 Calcium og fosfor

Søstjerne indeholder 130 g Ca/kg TS (tabel 7), dette er ca. 4 gange så meget som fiskemel (foderkode 908; Møller, 2005), der indeholder 32 g Ca/kg TS. Indholdet af fosfor er i søstjerne på 6 g pr kg TS, hvilket er lavere end fiskemel. I fiskemel findes calcium og fosfor bundet i knoglemineralet hydroxyapatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$) og der er 1.5 gange så meget calcium som fosfor, hvilket er passende i forhold til dyrenes behov. I søstjerne er indholdet af calcium 21 gange højere end fosfor, hvilket ikke er optimalt (tabel 7). Der er stor variation i indholdet af fosfor mellem de forskellige partier af søstjerne (tabel E).

Indholdet af calcium er lavere i søstjernemelet (104 g/kg TS), mens indholdet af fosfor er højere (19 g/kg TS). Indholdet af calcium er stadig mange gange højere end i fiskemel, mens fosforindholdet er på niveau med fiskemel.

Presningen medfører at 95% af calciumet findes i den tyktflydende fraktion og at 80% af fosforet i den tyndtflydende fraktion (tabel 8). Det betyder at indholdet af calcium bliver ca. det dobbelte af fosfor i tyndtflydende del, hvilket er meget passende (tabel 7).

6.2 Øvrige makromineraler

Indholdet af magnesium og natrium er højere i både den tyktflydende og tyndtflydende fraktion, søstjerne og søstjernemel end i fiskemel og sojaskrå

(tabel 7). Kaliumindholdet i den tyndtflydende fraktion er næsten det samme som fiskemel men dog kun det halve af indholdet i sojaskrå.

6.3 Spormineraler

Indholdet af kobber i de analyserede partier af søstjerne har været så lavt at det ikke har været mulig at bestemme indholdet (tabel 7). I flere af partierne har indholdet af selen også været under detektionsgrænsen. Indholdet af jern i den tyndtflydende del er på samme niveau som i fiskemel, mens indholdet af kobber og selen er højere end i fiskemel. Indholdet af kobber er dog lavere end i sojaskrå. Indholdet af jern er noget højere i søstjernemel end i søstjerner. Hvad øgningen i jernindholdet skyldes vides ikke. En mulig teori kunne være fra maskiner, der har været anvendt til fremstillingen af melet.

Forekomsten af selen i den tyndtflydende fraktion er 3.7 mg/kg TS (tabel 7). Dette er ganske højt. Til sammenligning angives tabelværdien for fiskemel (908) til 2.16 mg/kg TS og for fiskeensilage (911) til 3.12 mg/kg TS. Indholdet af selen i den tyndtflydende fraktion vil være så højt at der skal tages højde for dette i foderplanlægning, da det øvre loft for selen i svinefoder er på 0.5 mg pr. kg foder. Størstedelen af mangan findes i den tyktflydende del. Sammenlignes indholdet i både den tyktflydende og tyndtflydende del med fiskemel og sojaskrå er indholdet dog mange gange større. Det ser dog ikke ud til at indholdet er stabilt hen over året (tabel E).

Tabel 7 Indhold af mineraler som gennemsnit for søstjerner, søstjernemel, i henholdsvis den tykflydende og den tyndflydende pressefraktion af søstjerner, sojaskrå og fiskemel

	Søstjerner ^{1,5}	Søstjerneme l ²	Tyk ³	Tynd ³	Sojaskrå (155) ⁴	Fiskemel (908) ⁴
Calcium [mg/kg ts]	129774 (23821)	103632	280314	21957	3300	32000
Fosfor [mg/kg ts]	5954 (1883)	19231	1549	8203	7300	22000
Magnesium [mg/kg ts]	11462 (1606)	5021	8026	4620	3200	2000
Natrium [mg/kg ts]	22970 (3705)	16026	6138	22166	100	700
Kalium [mg/kg ts]	10143 (2856)	9615	1836	11738	24000	12000
Chlorid [mg/kg ts]	3.9 (0.6)	2.4				
Jern [mg/kg ts]	188.7 (60.3)	491.5	86	392	193	302
Kobber [mg/kg ts]	⁶	⁶	0.9	6.6	19	5
Mangan [mg/kg ts]	37.5 (22.1)	36.3	200	117	44	14
Zink [mg/kg ts]	130.0 (23.9)	101.5				
Cobolt [mg/kg ts]	0.3 (0.1)	0.3				
Iod [mg/kg ts]	3.0 (0.6)	7.6				
Selen [mg/kg ts]	1.0 (0.4) ⁷	1.9	1.3	3.7	0.19	2.16
CA:P	21	5.3	181.0	2.7	0.5	1.5

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S (7 prøver)

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Angivet af Johannes Wøller. FE beregnet efter de metoder der blev anvendt indtil 1 sep. 2006. Der vil dog kun være mindre ændringer i forhold til nuværende system. Enzymfordøjelig organisk stof (EFOS), Enzym fordøjelig nitrogen ved ileum (EFNi) kendes ikke.

⁴ Møller (2005). Fodermiddeltabel 2005. Rapport 112. Dansk Kvæg.

⁵ Middelværdi (standafvigelse ($\sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{(n-1)}}$))

⁶ Indhold af kobber <0.05 mg/kg TS

⁷ De fleste af partierne var selenindholdet under 0.2 mg/kg TS

Tabel 8 Søstjernes samlede indhold af mineraler beregnet under forudsætning af at søstjerneerne fordeles med 30% til den tykflydende fraktion og 70% til den tyndflydende fraktion

		Beregnet sammensætning af søstjerner	Andel fra [% af total]	
			Tyk	Tynd
Calcium	mg/kg	168737	94.4	5.6
Fosfor	mg/kg	4423	19.9	80.1
Magnesium	mg/kg	6556	69.6	30.4
Natrium	mg/kg	13060	26.7	73.3
Kalium	mg/kg	6113	17.1	82.9
Jern	mg/kg	219	22.5	77.5
Kobber	mg/kg	3.3	14.8	85.2
Mangan	mg/kg	164	69.2	30.8
Selen	mg/kg	2.3	31.1	68.9
I alt	g/kg	199	85.0	15.0
CA:P		38		

6.4 Tungmetaller

Søstjerner og søstjernemel (Tabel 9, F) er blevet analyseret for tungmetallerne bly, cadmium, arsen kviksølv, nikkel og tributyltin. Nedenstående gives der en vurdering af, om værdierne ligger tæt på eller langt fra dyrenes tolerancegrænse.

NRC (2005) angiver ikke nogen præcis tolerancegrænse for bly. For grise angives det at 25 mg Pb/kg kan medføre reduceret vækst. Grise er mere sensitive end hunde og høns der kan tåle op til 50 mg/kg foder. I et enkelt forsøg med kyllinger med estimeret indhold af bly på 3.6 mg/kg blev der observeret reduceret vækst, men blyværdierne i lever, nyre og muskler var ikke forhøjede. Indholdet i søstjerner ligger mellem 0.20 og 1.46 mg/kg TS. Det vurderes derfor at blyindholdet udgør noget problem.

NRC (2005) angiver at cadmium ikke er essentielt for dyr med undtagelse af *Thalassiosira weissflogii*, som er en marin kiselalge. Den kroniske tolerancegrænse sættes af NRC (2005) til 10 mg/kg foder. Indholdet i de analyserede søstjerner og i søstjernemel ligger mellem 0.12 og 0.47 mg/kg TS. Indholdet af cadmium udgør ikke noget problem.

For kviksølv deles tolerance niveauerne op i organisk og uorganisk kviksølv. Uorganisk kviksølv må helst ikke overstige 0.2 mg/kg foder til gnaver, fjerkræ og svin. For organisk kviksølvsforbindelse sættes 2 mg/kg som sikker grænse for svin og drøvtyggere (NRC, 2005). Indholdet af kviksølv angives til at ligge imellem 0.03 og 0.10 mg/kg i søstjerner og søstjernemel. Det vurderes at kviksølvindholdet ikke er noget problem, selv med den forudsætning at alt kviksølv indgik i uorganiske forbindelser.

Nikkel er essentiel for nogen former for lavere liv, men ikke for højerestående dyr (NRC, 2005). Hos kyllinger er der observeret tegn på giftighed når indholdet i foderet er på 300 mg/kg og hos svin når indholdet er på 375 mg/kg. Indholdet i hele søstjerner er i litteraturen angivet til 0.25 mg/kg, hvilket er mange gange lavere (Woller, 2005).

Indholdet af tributyltin angives at ligge mellem 1.54 og 2.98 µg/kg TS i søstjerner og søstjernemel. NRC (2005) har for mennesker sat en grænse på 1 mg/kg/dag for denne organiske tinforbindelse. Det vurderes at tributyltin ikke udgør noget problem.

Indholdet af arsen ligger mellem 3.1 og 48 mg/kg TS i søstjerner og søstjernemel. NRC (2005) angiver en maksimal tolerancegrænse for arsen til 30 mg/kg foder. Toksiteten afhænger af hvilke forbindelser som arsen forekommer. En europæisk kommission (2002) angiver foderstoffer maksimalt må indeholde 2 mg/kg (i et foder med 12% vand) dog må foderstoffer der stammer fra fiskeindustrien og andre marine dyr indeholde 10 mg/kg (foder med 12% vand). Søstjerne fanget den 14. februar har alt for højt indhold af arsen i forhold til maksimal tolerance grænse og Europa kommissionens (2002) angivelser. Indholdet i dette parti af søstjerner er ca. 10 gange højere end de øvrige og det bør undersøges om der foreligger en

analysefejl. I videre undersøgelser af søstjerner bør det yderligere vurderes om arsen udgør noget problem.

Tabel 9 Indhold af tungmetaller i søstjerner og søstjernemel

	Søstjerner ^{1,3}	Søstjernemel ²
Bly [mg/kg TS]	0.45 (0.46)	0.28
Cadmium [mg/kg TS]	0.27 (0.13)	0.24
Kviksølv [mg/kg TS]	0.05 (0.01)	0.10
Arsen [mg/kg TS]	10.28 (16.57)	5.56
Tributyltin [µg/kg TS]	2.12 (0.45)	1.92

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S (7 prøver)

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Middelværdi (standafvigelse ($\sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{(n - 1)}}$))

6.5 Konklusion

- Indholdet af kviksølv, bly, tributyltin og cadmium ligger under grænseværdierne.
- Indholdet af arsen i søstjerner fanget d. 14. februar overskrider de grænseværdier som Europa kommissionen har fastlagt.

7. Besætningsforsøg med fraktionerede søstjerner og undersøgelser med søstjerner fra litteraturen

7.1 Besætningsforsøg

I forsøget indgik en besætning med 230 søer, som blev foderet med vådfoder. Smågrise fra 15 kg og slagtesvin blev også foderet med vådfoder. I forsøget blev søerne og smågrisene fodret med forsøgsfoderet. Produktionsresultaterne blev analyseret via data fra E-kontrollen. Første kvartal 2006 var kontrol, mens søer og smågrise fik foder indeholdende den tyndtflydende fraktion i andet og tredje kvartal. For nærmere forsøgsbeskrivelse og resultater se Woller (2005). Fodersammensætningen i det beskrevne forsøg lever op til de normer man har for foderets sammensætning under danske forhold. Der må dog regnes med en hvis usikkerhed på nogen af de estimerede værdier, da der ikke er kendskab til fordøjeligheden af de forskellige fraktioner i foderet. Her tænkes der specielt på aminosyrer, protein og NFE.

Selvom man i forsøget har påvist en produktionsfremgang fra 1. kvartal til 2. og 3. kvartal må det påpeges at forsøgsdesignet ikke er optimalt, idet andre forhold end foderet kan have forårsaget produktionsfremgangen. Den vigtigste konklusion fra forsøget er at det teknisk er muligt at anvende den tyndtflydende fraktion af pressede søstjerner i foderet og at det er overvejende sandsynligt at tilsætningen af denne fraktion ikke medfører alvorlige negative effekter for dyrene.

7.2 Litteraturstudier

Wöhlbier og Jager (1977) citerer et forsøg lavet af Haigashi et al (1955), hvor der har indgået pressevand fra søstjerner i foder til rotter. Den kemiske sammensætning af den tyndtflydende fraktion svarer nogenlunde til pressevandet fra søstjerner (Wöhlbier og Jager 1977). I forsøget med rotter af Haigashi et al. (1955) blev det vurderet at pressevandet fra søstjerner havde samme værdi som fiskemel, når indholdet i foderet var på 10%. Hvis man i stedet sammenlignede med kasein (kasein er mælkprotein) var konklusion at pressevandet havde en lavere proteinværdi end kasein.

I forsøg med kyllinger var tilvækst, foderindtag, foderudnyttelse og fordøjelighed af proteinet og fedt lavere, hvis kyllingerne fik foder, der indeholdt søstjernermelet end foder uden og foder hvor 2/3 af søstjernermelet var skiftet ud med fiskemel. Fordøjeligheden af protein i søstjernermelet er bestemt til 15.1% og af fedt til 0% (Indholdet af fedt var dog ganske lavt i søstjernermelet, hvilket kan medvirke til den lave fordøjelighed) (Stutz og Matterson, 1964). Noget tyder på at søstjernermelet kun kan anvendes i mindre mængder (Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection, 1946).

8. Vurdering af fodermidlets egnethed til forskellige dyrearter

I denne vurdering har jeg medtaget svin, fjerkræ (kyllinger) og carnivore dyr (hovedsagligt mink). Kvæg er undladt, da fodring med fiskemel er forbudt pga. kogalskab. Det samme vil sandsynligvis gælde for søstjerner.

8.1 Svin

I tabel 10 findes et forslag til foderblanding bestående af 70% hvede og 30% søstjernermelet. Blandingen er forsøgt lavet således at slagtesvin fik opfyldt deres behov for protein og aminosyrer. Ved iblanding af søstjernermelet på 30% kan tryptofan behovet lige akkurat opfyldes. Blandingen har overskud af protein på 30%, hvilket ud fra betragtning om mindst mulig kvælstof udskillelse er for høj. Askeindholdet i denne slagtesvineblanding er på 10.8%, hvilket er mere end der normalt findes i foderblandinger til svin.

Tabel 10 Eksempel for foderblanding til svin indeholdende 70% hvede og 30% søstjernemel

	Indhold	Norm (Slagtesvin 30-100 kg) ¹	Afvigelse [%] ³
Tørstof [% af blanding]	87.6		
Aske [% af blanding]	10.8		
Råprotein [% af blanding]	22.3		
Råfedt [% af blanding]	3.6		
FEsv [FEsv/kg TS]	1.23		
Råprotein [g stand. ford./FEsv] ⁴	169.2	130	30
Lysin [g stand. ford./FEsv]	7.9	7.4	7
Methionin [g stand. ford./FEsv]	3.2	2.2	44
Methionin og cystine [g stand. ford./FEsv]	5.3	4.5	19
Treonin [g stand. ford./FEsv]	5.6	5.1	10
Tryptophan [g stand. ford./FEsv]	1.4	1.4	0
Calcium [g/FEsv]	25.4	7	263
Fosfor [g/FEsv]	6.6 ²		
Natrium [g/FEsv]	4.1	1.5	174
Klorid [g/FEsv]	0.6	2.5	-77
Kalium [g/FEsv]	5.6	2.5	125
Jod [mg/FEsv]	1.8	0.2	820
Selen [mg/FEsv]	0.5	0.2	150

¹ Jørgensen og Tybirk (2006). Normer for næringsstoffer. Info svin (2008)

² Hvis fosforfordøjeligheden antages at være 50% er foderets indhold af ford. fosfor 2.8% g/FEsv. Normen til slagtesvin er 2.3 g/FEsv.

³ Beregnet forskellen mellem indhold og norm divideret med normen.

⁴ Det forudsættes at enzymfordøjelig nitrogen ved ileum er 95%

Indholdet af calcium og fosfor overskrider normen med henholdsvis 263% og 44%. Beregnes forholdet mellem calcium og fosfor er det ca. 3.8:1, hvilket er højere end det anbefalede forhold på ca. 1.3-1. Et skævt calciumfosfor forhold vil reducere tilvækst og knoglestyrke (Reinhart & Mahan, 1986). Indholdet af klorid er ganske lavt i søstjernemel og det vil være nødvendigt at tilføjer ekstra klorid. Indholdet af jod overskrider normen med 820%, men niveauet er ikke toksisk (NRC, 2005).

Det kan tænkes at fedtsyresammensætningen påvirkes i slagtekroppen hos svinet og derfor skal det undersøges hvorledes bl.a. spækqualiteten i det færdige produkt påvirkes.

8.2 Fjerkræ

Foderet er forsøgt optimeret, så behovet for essentielle aminosyrer blev dækket hos kyllingen. Blandingen indeholder 65% hvede og 35% søstjernemel.

8.2.1 Kyllinger:

Indholdet af råaske er på 12.4%, hvilket er ganske højt. Methionin plus cystein er netop opfyldt i blandingen, mens der er overskud af lysin på 8%. Indholdet af calcium er 286% højere end normen, og i den blanding er forholdet mellem calcium og fosfor heller ikke optimalt. Ligeledes overskrider indholdet med jod normen mange gange.

8.2.2 Høns:

Den pågældende blanding kan knap opfylde hønsenes behov for calcium (-9%). Blandingen indeholder for meget fosfor (+42%). Det vurderes dog at der kan opnås en passende niveau af mineraler ved kombination af flere kilder. Behovet for methionine og methionine plus cystein er knap opfyldt. Det kan dog ofte være vanskeligt i foder til høns at opfylde disse to aminosyrer via foderet, hvis der samtidig ønskes et lavt proteinindhold som muligt. Niveauet kan opretholdes ved tilsætning af industrielt fremstillet methionin.

Tabel 11 Eksempel på foderblanding til kyllinger/høns, hvor foderet indeholder 65% hvede og 35% søstjernemel

	Indhold	Norm kyllinger ¹	Afvigelse kyllinger [%] ²	Norm høns ¹	Afvigelse høns [%] ²
Tørstof [g/kg]	88.0				
Råaske [g/kg]	12.4				
Råprotein [g/kg]	24.4				
Råfedt [g/kg]	3.8				
Indhold af omsættelig energi [MJ/kg TS]	14.1				
Lysin [g/10 MJ]	11.4	7.5	8	5.5	47
Methionin [g/10 MJ]	4.5	2.8	14	3.4	-6
Methionin og cystein [g/10 MJ]	5.4	5.4	0	5.75	-7
Treonin [g/10 MJ]	5.8	5.5	6	3.8	54
Tryptophan [g/10 MJ]	1.4	1.3	7	1.2	16
Calcium [g/10 MJ]	26	6.7	286	28.3	-9
Fosfor [g/10 MJ]	6.4	5.3	20	4.5	42
Natrium [g/10 MJ]	4.2	1.3	219	1.3	219
Klorid [g/10 MJ]	0.5	1.3	-65	1.3	-65
Kalium [g/10 MJ]	5.1	3.3	53	1.3	288
Jod [g/10 MJ]	1.9	0.29	547	0.25	651
Selen [g/10 MJ]	0.5	0.13	301	0.08	552

¹ Chwalibog (2007). Næringsværdi og næringsbehov

² Beregnet forskellen mellem indhold og norm divideret med normen.

8.3 Carnivore

Indholdet af omsættelige energi i søstjernemel til mink er 11.3 MJ/TS under forudsætning af at fordøjeligheden af kvælstof og protein er henholdsvis 84% og 93%. Umiddelbart kan det tænkes at fordøjelighederne rent faktisk er lavere. Fiskeprodukter med højt benindhold har ca. samme energimængde mens fodermidler som industrifisk (13.1 – 20.0 MJ/kg TS), fjerkræaffald (21.7 MJ/kg TS) og fiskemel (16.1 MJ/kg TS) har et noget højere indhold af omsættelig energi. Fordøjeligheder vil være lidt højere til hund, kat og ræv, da disse dyr en længere tarmkanal. Ligesom ved svin vil det skæve calciumfosfor forhold gøre at det bliver svært at lave en blanding med et højt indhold af søstjernemel.

8.4 Konklusion

I det foregående er der kigget på næringsstofferne, det kan ikke udelukkes at smagen af søstjerne kan have indflydelse på foderoptaget hos de beskrevne arter. Desuden er søstjernemelet fremstillet af de søstjerner der har det højeste proteinindhold og lavest askeindhold. Problemerne med specielt calcium vil blive forværret hvis melet havde været fremstillet af de andre partier.

Det må konkluderes at der ikke ud fra søstjernemel og hvede alene kan laves en fornuftig foderblanding til nogen af de nævnte dyregrupper. Der vil kun kunne indgå små mængder (<5%) af søstjernemel i foderet til de ovenstående dyr med undtagelse af hønen, hvor der højst sandsynlig kan anvendes større mængder. For slagtekyllinger, svin og høns kan der yderlig ligge en begrænsning, hvis fedtsyrer sammensætningen har negativ indflydelse på holdbarhed, kvalitet og smag i slutprodukterne.

9 Søstjerne, fysisk form og håndtering af det i besætningerne under nuværende fodringsforhold

Hele eller hakkede søstjerner vil ikke kun håndteres under de nuværende foderforhold i besætninger med svin, mink og fjerkræ. Hvis søstjerne skal udfodres hele kræver de daglig udbringning og at søstjerne nemt og effektivt kan fordeles. Muligvis vil finthakkede søstjerner kunne anvendes i vådfodringsanlæg til svin og i minkfoder. Sandindholdet i søstjerne vil øge slitagen af foderanlæggene.

Søstjernemel vil have en god holdbarhed og søstjerne ville kunne fanges på den del af året hvor proteinindholdet var størst. Det vil kunne håndteres i både tørfodringsanlæg og vådfodringsanlæg. Det skal dog vurderes om sandindholdet vil øge slitagen i de forskellige anlæg.

Den tyndtflydende fraktion vil kunne konserveres. Fraktionen kan enten tørres eller opfodres som den er. Ved konservering vil fraktionen kunne gøres forholdsvis stabil. Den tyndtflydende fraktion vil kunne anvendes i vådfodringsanlæg til svin og i minkfoder. Det vil være en fordel at få bestemt sandindholdet for at vurdere om der vil være øget nedslidning af fodringsanlæggene. Desuden skal det sikres at aminosyrerne ikke bliver nedbrudt til aminer.

10. Konklusion

Søstjerne og søstjernemel vil umiddelbart ikke være et egnet fodermiddel til svin, slagtekyllinger og carnivore dyr. Dette skyldes i høj grad de høje aske/calciumindhold. Denne konklusion stemmer overens med de resultater der er tilgængelige i litteraturen. Til høns kunne de måske være egnet, men her skal man være sikker på at det ikke giver afsmag i æggene. Ydermere skal det undersøges hvorvidt indholdet af arsen kan holdes under de fastsætte grænser.

Hvis søstjerne skal have et potentiale som foder vil det være en fordel at blive fri noget af asken/calciomet. Det kunne tyde på at presning af søstjerne kunne forøge foderværdien væsentlig, forbedre aminosyreprofilen og reducere indholdet af aske. Den tyktflydende fraktion der er tilbage efter presning vil ikke have nogen foderværdi.

Det må derfor konkluderes at den tyndtflydende fraktion er det produkt, som på nuværende tidspunkt er det bedst egnede produkt til foder. Produktet bør undergå yderligere undersøgelser for at fastlægge værdien af foderet (f.eks. fordøjelighedsforsøg).

Generelt kan det siges at søstjerne skal håndteres hensigtsmæssig, så aminosyrerne ikke nedbrydes til aminer. Derfor skal der være styr på håndteringen af produktet fra søstjerne bliver fanget indtil de indgår i en foderblanding. Fremstilling af mel skal ske skånsomt, hvis der ønskes et produkt med en høj fordøjelighed.

11. Hvad skal vi have mere viden om

Nedenstående forslag til yderligere undersøgelser. Rækkefølgen er tilfældig.

- EFOS, EFOSi og EFNi (Enzymfordøjelig nitrogen ved ileum) på tyndtflydende fraktion.
- EFNi på søstjerne og søstjernemel
- Analyser for indholdet af DNA og RNA og evt. andre kvælstofholdige forbindelser (f.eks. aminer).
- Fordøjelighedsforsøg der kan fastlægge fordøjeligheden af protein og fedt i den tyndtflydende del.
- Analyse af fedtsyre sammensætning i den tyndtflydende fraktion
- Bestemmelse af iodtallet i søstjerne, søstjernemel og den tyndtflydende pressefraktion af søstjerne.
- Bestemmelse af sandindholdet.
- Bestemmelse af fordøjeligheden af fosfor
- Evt. analyse af vitaminindholdet i søstjerne, søstjernemel og den tyndtflydende fraktion.
- Fodringsforsøg under mere kontrollerede forhold og med forskellige iblandingsniveauer. Den tyndtflydende fraktion vil være den mest interessante fraktion er arbejde videre med.
- Hvis foderet kan/skal anvendes til f.eks. slagtesvin, slagtekyllinger og høns skal der laves undersøgelser over produktkvaliteten.
- Bestemmelse af TVN tallet (Flygtige kvælstoffer) for søstjerne for at måle om der sker en forringelse af proteinkvaliteten.
- Bestemmelse af indholdet af algetoksin i søstjerne.

12. Litteraturliste

- Ahlstrøm Ø., Aldén E., Børsting C.F., Dahlman T., Elnif J., Hansen, N.E., Mäkelä J., Pölönen I. & Skrede A. (2004). Handbok for förmidler til peldyr. Nordiske Jordbruksforskeres Forening, Subseksjon of pelsdyr, NJF-utredning/rapport nr. 502.
- Boisen S. & Fernández J.A. (1997). Prediction of the total tract digestibility of energy in feedstuffs and pig diets by in vitro analyses. *Animal Feed Science and Technology* 68:277-286
- Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection (1946). Studies on the marine resources of southern New England. III the possibility of the utilization of starfish (*Asterias forbesi* desor)
- Chwalibog A. (2007). Næringsværdi og næringsbehov 7. udgave. Samfundslitteratur. KVL-bogladen
- Europa kommissionen (2002). Directive 2002/32/EC of the European parliament and of the council of 7 may 2002 on undesirable substances in animal feed. Official Journal of the European Communities 30.5.2002
- Hillemann G. (2006): Rapport for pilotprojet under FIUF/Kollektive foranstaltninger: Søstjerner
- INFO Svin (2008). <http://www.infosvin.dk> (Adgang Jan 08)
- Jørgensen L. & Tybirk P. (2006). Normer for næringsstoffer (2006). http://www.infosvin.dk/Haandbog/Norm_nogleletal/Foder/Normer_naeringsstoffer.html (Adgang jan. 2008).
- NRC (2005): Mineral Tolerance of Animals, 2. udgave, National Research Council of the National Academies, The National Academies Press, Washington D.C.
- National Research Council (1998). Nutrients requirements of swine, 10th revised edition. National Academy Press, Wahington, DC
- Møller (2005). Fodermiddeltabel 2005. Rapport 112. Dansk Kvæg.
- Opstvedt J., Nygård E., Samuelsen T.A., Venturini G., Luzzana U. & Mundheim H. (2003). Effect on protein digestibility of different processing conditions in the production of fish meal and fish feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83:775-782
- Reinhart G.A. & Mahan D.C. (1986): Effect of various calcium - phosphorus ratios at low and high dietary phosphorus for starter, grower and finishing swine. *Journal of Animal Science* 63: 457-466

Skrede A., Berge G.M., Storebakken T., Herstad O., Aarstad K.G. & Sundstøl F. (1998): Digestibility of bacterial protein grown on natural gas in mink, pigs, chicken and Atlantic salmon. *Animal Feed Science Technology*, 76:103-116

Sauvan D., Perez J.-M. og Tran G. (2004). Tables of composition and nutritional value of feed materials : pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses and fish. The Institut National de la Recherche Agronomique, the Association Francaise de Zootechnie and the Institut National Agronomique Paris-Grignon

Stutz M.Z. and Matterson L.D. (1964): Metabolizable Energy Values and Coefficients of Digestibility for protein and fat of Starfish Meal and Starfish Meal Combined with Fish Meal. *Poultry Science* 43:474-478.

Woller J. (2005): Tynd søstjernefraktions egnethed som svinefoder

Wöhlbier W. and Jager F. (1977): Futtermittel aus Meerestieren. In: Kling M. (Editor) *Handels Futtermittel I*, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. pp. 301-422

Jeg kan ikke finde tidsskriftet.

Higashi H. Murayama S.H., Yanse M. and Tabei K. (1955): *Bull. Japan. Soc. Fisheries* 21 (4) 271-179. (Citeret i *Handelsfuttermittel I*)

Tabel A Kemisk sammensætning af søstjerne, søstjernemel, fraktionerede søstjerner, sojaskrå og fiskemel

Prøve ID Dato	Hele Søstjerner							Søstjernemel	Fraktionerede søstj.		Fiskeensilage		Sojaskrå ⁴	Fiskemel ⁵
	67138 171106	67139 160107	67140 140207	67141 210307	67142 010507	67144 210607	67145 180807	67155 ² 010507	Tynd ³	Tyk ³	LUM 17/3 ³	LUM 12/2 ³		
Tørstof	24.2	23.9	24.3	22.2	23.3	24.3	28.4	93.6	18.7	57.4	24	18.5	90	91.6
Råaske [% af varen]	11.4	9.4	9.1	10.1	7.3	11.7	12.2	32.5	2.9	41.7	2.5	3.4	5.7	12
Råprotein (N*6.25) [% af varen]	8.7	10.7	11.2	9.4	12.5	8.4	10.8	52.0	9.6	11.9	17	12	46.1	73.8
Råfedt [% af varen]	1.3	1.2	1.8	1.4	2.1	1.4	1.4	6.8	3.4	1.0	3.5	2	2.2	11
Træstof [% af varen]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5	-
NFE [% af varen]									2.8	2.8	1	1.1	29.6	
Træstof + NFE [% af varen]	2.8	2.6	2.2	1.3	1.5	2.7	4.0	2.3	2.8	2.8	1	1.1	36.1	
Sukker [% af varen]					<0.1%								12.3 ⁶	
Stivelse [% af varen]					0.2								2.4 ⁶	
Råaske [% af TS]	47	39.5	37.4	45.5	31.3	48.3	43	34.7	15.5	72.6	10.4	18.4	6.3	13.1
Råprotein (N*6.25) [% af TS]	36.1	44.6	45.9	42.3	53.6	34.7	37.9	55.6	51.3	20.7	70.8	64.9	51.2	80.6
Råfedt [% af TS]	5.3	5.2	7.5	6.5	8.9	5.9	5	7.3	18.2	1.7	14.6	10.8	2.4	12.0
NFE [% af TS]									15.0	4.9	4.2	5.9	32.9	0.0
Træstof [% af TS]													7.2	
Træstof + NFE [% af TS]	11.6	10.7	9.2	5.7	6.5	11.1	14.1	2.5	15.0	4.9	4.2	5.9	40.1	
Sukker [% af TS]													13.7 ⁶	
Stivelse [% af TS]					0.9								2.7 ⁶	
Bruttoenergi [MJ/kg TS] ⁶	12.779	14.61	15.574	13.7	17.497	12.595	13.53	16.6	22.0	6.4	23.3	20.7	18.8	23.8
EFOS svin [%] ⁸	99.4	98.6	98.6	99.2	99.1	99.2	99.4	95.6			95.6 ⁷	95.6 ⁷	91.3 ⁷	94.4 ⁷
EFOSi [%] ⁸	96.4	96.6	98	98.1	98.8	97	98.7	95.6			93.9 ⁷	93.9 ⁷	72.2 ⁷	94.5 ⁷
FEsv [FE/kg TS]	0.80	0.90	1.0	0.85	1.13	0.80	0.87	0.98	1.53	0.32	1.41 ⁷	1.28 ⁷	1.00 ⁷	1.25 ⁷
FEso [FE/kg TS]	0.77	0.87	0.96	0.82	1.08	0.77	0.84	0.95	1.38	0.30	1.36 ⁷	1.24 ⁷	1.04 ⁷	1.20 ⁷
ME fjerkræ [MJ/kg TS] ⁹	7.42	8.70	9.69	8.79	11.37	7.41	7.59	11.11	14.2	3.8	16.0	13.8	11.0	16.6
ME mink [MJ/kg TS] ¹⁰	7.54	8.82	9.87	8.94	11.58	7.55	7.71	11.28	14.7	3.8	17.1	14.7	9.6	17.1

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Woller (2005). FEsv og FEso beregnet efter den metode som var anvendt indtil 1 sep. 2006

⁴ Hellwing et al. (2005)

⁵ Skrede et al. (1998).

⁶ Beregnet GE [MJ/kg TS] = (Protein [g/kg TS]*23.9 kJ/g + kulhydrat [g/kg TS]*17.6 kJ/g + fedt [g/kg TS]*39.6 kJ/g)/1000

⁷ Info svin (2008) elektronisk fodermiddeltabel, danske slagterier

⁸ Enzymfordøjelig organisk stof (EFOS), Enzymfordøjelig organisk stof ved ileum (EFOSi)

⁹ Indholdet af omsættelig energi til fjerkræ kan beregnes på følgende måde MJ/kg TS = (15.51 kJ/g * protein [g/kg ts] + 34.31 kJ/g * fedt [g/kg ts] + 16.69 kJ/g * stivelse [g/kg TS] + 13.01 kJ/g * sukker [g/kg TS])/1000. Stivelse og sukker sættes til nul for fjerkræ.

¹⁰ Indholdet af omsættelig energi til mink bliver beregnet på følgende måde. Det antages at proteinfordøjeligheden er 84% og fedtfordøjeligheden er 93%.

Fiskeensilage, fiskemel og sojaskrå beregnes ud fra fordøjeligheder som Ahlstrøm (2004) angiver for produkterne. MJ/kg TS = (18.4 kJ/g * fordøjelige protein [g/kg ts] + 39.8 kJ/g * fordøjeligt fedt [g/kg ts]) / 1000.

Tabel B Indhold af aminosyrer i søstjerner, søstjernemel, fraktionerede søstjerner, sojaskrå og fiskemel. Mængder henholdsvis frie og bundne aminosyrer er angivet for søstjerner og søstjernemel.

Prøve ID Dato	Søstjerner							Søstjernemel	Fraktionerede søstjerner		Sojaskrå ⁴	Fiskemel ⁵
	67138 171106	67139 160107	67140 140207	67141 210307	67142 010507	67144 210607	67145 180807	67155 010507	Tynd ³	Tyk ³		
<i>Frie aminosyrer</i>												
Cystin (fri) [g/kg ts]	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.4				
Asparaginsyre (fri) [g/kg ts]	0.3	1.0	0.8	0.8	0.2	0.1	0.2	0.2				
Threonin (fri) [g/kg ts]	0.4	1.1	0.9	0.9	0.3	0.2	0.2	0.3				
Serin (fri) [g/kg ts]	1.0	2.4	1.9	1.9	1.5	0.5	0.4	0.2				
Glutaminsyre (fri) [g/kg ts]	1.1	1.9	1.9	1.8	1.9	0.7	0.6	0.7				
Prolin (fri) [g/kg ts]	0.3	0.8	0.7	0.6	0.3	0.2	0.2	0.3				
Glycin (fri) [g/kg ts]	22.9	26.8	29.4	27.5	38.1	22.7	24.1	6.3				
Alanin (fri) [g/kg ts]	1.9	2.5	2.4	2.8	3.7	1.4	0.7	2.3				
Valin (fri) [g/kg ts]	0.9	2.2	0.7	0.7	0.2	0.6	0.1	1.0				
Isoleucin (fri) [g/kg ts]	0.4	1.3	0.9	0.9	0.2	0.2	0.0	0.7				
Leucin (fri) [g/kg ts]	0.6	1.7	1.3	1.3	0.4	0.3	0.2	1.1				
Tyrosin (fri) [g/kg ts]	0.4	1.1	0.8	0.9	0.3	0.3	0.2	0.2				
Phenylalanin (fri) [g/kg ts]	0.4	1.0	0.8	0.9	0.3	0.2	0.0	0.5				
Histidin (fri) [g/kg ts]	0.3	0.7	0.5	0.6	0.2	0.3	0.3	0.2				
Lysin (fri) [g/kg ts]	1.9	3.8	3.8	3.5	2.8	1.7	0.9	0.6				
Arginin (fri) [g/kg ts]	1.5	3.4	2.7	2.8	1.4	1.4	1.0	0.2				
Methionin (fri) [g/kg ts]	0.2	0.7	0.5	0.5	0.1	0.0	0.0	0.3				
Sum af frie [g/kg ts]	34.5	52.4	50.1	48.5	52.0	30.8	29.1	15.5				
<i>Bundne aminosyrer</i>												
Alanin [g/kg ts]	16.0	18.9	19.1	20.0	24.9	15.2	17.8	30.7				
Asparaginsyre [g/kg ts]	27.7	34.5	33.5	31.7	37.3	26.7	32.0	41.1				
Cystein+Cystine [g/kg ts]	4.7	5.8	5.6	5.6	6.0	4.6	5.0	4.4				
Methionin [g/kg ts]	6.4	7.6	8.0	7.0	8.6	6.2	7.5	11.0				
Arginin [g/kg ts]	19.4	24.0	23.5	23.6	27.5	18.0	22.1	30.2				
Glutaminsyre, total [g/kg ts]	34.1	41.9	41.2	40.4	48.1	33.2	39.2	57.4				
Glycin [g/kg ts]	46.6	53.4	54.9	54.3	68.9	45.1	53.0	50.5				
Histidin [g/kg ts]	5.3	7.2	6.6	6.1	7.2	5.3	6.0	8.7				
Isoleucin [g/kg ts]	12.0	15.3	15.0	13.7	16.7	11.8	13.5	18.3				
Leucin [g/kg ts]	17.5	22.4	21.8	20.2	25.1	17.3	19.4	29.3				
Lysin [g/kg ts]	18.9	24.4	24.5	23.1	28.6	18.6	20.4	30.0				
Phenylalanin [g/kg ts]	10.1	12.8	12.6	13.1	16.0	9.8	12.1	16.6				
Prolin [g/kg ts]	15.3	17.7	18.0	18.0	20.9	14.7	19.0	26.6				
Serin [g/kg ts]	16.2	20.2	19.4	19.7	22.6	15.3	18.9	23.3				

Prøve ID Dato	Søstjerner							Søstjernemel	Fraktionerede søstjerner		Sojaskrå ⁴	Fiskemel ⁵
	67138 171106	67139 160107	67140 140207	67141 210307	67142 010507	67144 210607	67145 180807	67155 010507	Tynd ³	Tyk ³		
Threonin [g/kg ts]	15.2	18.7	18.1	16.7	20.0	14.5	17.8	20.3				
Tryptofan [g/kg ts]	3.3	4.3	4.1	3.9	4.3	3.3	3.7	3.9				
Tyrosin [g/kg ts]	9.4	11.8	11.6	11.8	13.7	9.0	10.6	13.3				
Valin [g/kg ts]	14.9	18.5	18.0	19.0	22.3	13.4	16.4	21.7				
Sum af bundne [g/kg ts]	293.0	359.4	355.5	347.9	418.7	282.0	334.4	437.3				
<i>Sammenregnede mængder af aminosyrer</i>												
Lysin [g/kg TS]	20.8	28.2	28.3	26.6	31.4	20.3	21.3	30.6	37.8	9.4	31.8	69.4
Methionin [g/kg TS]	6.6	8.3	8.5	7.5	8.7	6.2	7.5	11.3	12.4	3.7	6.8	24.3
Threonin [g/kg TS]	15.6	19.8	19.0	17.6	20.3	14.7	18.0	20.6	28.2	7.7	19.5	26.5
Tryptofan [g/kg TS]	3.3	4.3	4.1	3.9	4.3	3.3	3.7	3.9	7.2	1.6	7.2	7.5
Isoleucin [g/kg TS]	12.4	16.6	15.9	14.6	16.9	12.0	13.5	19.0	22.5	6.5	25.4	40.4
Leucin [g/kg TS]	18.1	24.1	23.1	21.5	25.5	17.6	19.6	30.4	33.2	8.7	39.8	66.8
Histidin [g/kg TS]	5.6	7.9	7.1	6.7	7.4	5.6	6.3	8.9	10.8	2.6	14.1	17.4
Phenylalanin [g/kg TS]	10.5	13.8	13.4	14.0	16.3	10.0	12.1	17.1	21.5	5.0	25.9	34.2
Valin [g/kg TS]	15.8	20.7	18.7	19.7	22.5	14.0	16.5	22.7	28.6	8.4	26.4	43.8
EAA ⁶ [g/kg TS]	108.7	143.7	138.1	132.1	153.3	103.7	118.5	164.5	202.2	53.5	196.8	330.3
Cystein+Cystine [g/kg TS]	4.7	5.8	5.7	5.7	6.1	4.6	5.0	4.8	8.5	2.4	7.1	5
Asparaginsyre [g/kg TS]	28.0	35.5	34.3	32.5	37.5	26.8	32.2	41.3	47.6	18.2	59.5	90.9
Serin [g/kg TS]	17.2	22.6	21.3	21.6	24.1	15.8	19.3	23.5	21.6	12.9	27.7	31.3
Glutaminsyre [g/kg TS]	35.2	43.8	43.1	42.2	50.0	33.9	39.8	58.1	55.6	23.4	100.7	93.9
Glycin [g/kg TS]	69.5	80.2	84.3	81.8	107.0	67.8	77.1	56.8	50.5	37.4	22.1	55.7
Alanin [g/kg TS]	17.9	21.4	21.5	22.8	28.6	16.6	18.5	33.0	20.1	13.6	22.4	50
Tyrosin [g/kg TS]	9.8	12.9	12.4	12.7	14.0	9.3	10.8	13.5	17.2	6.3	21.7	25.2
Arginin [g/kg TS]	20.9	27.4	26.2	26.4	28.9	19.4	23.1	30.4	26.2	15.2	26	55.5
Prolin [g/kg TS]	15.6	18.5	18.7	18.6	21.2	14.9	19.2	26.9	18.5	14.1	38.7	40.2
NEAA ⁶ [g/kg TS]	218.8	268.1	267.5	264.3	317.4	209.1	245.0	288.3	265.7	143.3	325.8	447.7
Total indhold af aminosyre [g/kg TS]	327.5	411.8	405.6	396.4	470.7	312.8	363.5	452.8	522.6	196.8	522.6	778

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Woller (2005).

⁴ Hellwing et al. (2005)

⁵ Skrede et al. (1998).

⁶ EAA: Essentielle aminosyrer, NEAA: Non-essentielle aminosyrer

Tabel C Den relative fordeling af aminosyrer i søstjerner, søstjernemel, fraktionerede søstjerner, sojaskrå og fiskemel i forhold til råprotein

Prøve ID	Søstjerner							Søstjernemel	Fraktionerede søstjerner		Sojaskrå ⁴	Fiskemel ⁵
	67138-01 ¹	67139-01 ¹	67140-01 ¹	67141-01	67142-01 ¹	67144-01 ¹	67145-01 ¹	67155-01 ²	Tynd ³	Tyk ³		
Dato	171106	160107	140207	210307	010507	210607	180807	010507				
Lysin	5.8	6.3	6.2	6.3	5.9	5.9	5.6	5.5	4.5	7.4	6.1	8.6
Methionin	1.8	1.9	1.9	1.8	1.6	1.8	2.0	2.0	1.8	2.4	1.4	3.0
Methionin og cystein	3.1	3.2	3.1	3.1	2.7	3.1	3.3	2.9	2.9	4.1	2.8	3.6
Threonin	4.3	4.4	4.1	4.2	3.8	4.2	4.7	3.7	3.7	5.5	3.7	3.3
Tryptofan	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0	0.7	0.8	1.4	1.4	0.9
Isoleucin	3.4	3.7	3.5	3.5	3.2	3.5	3.6	3.4	3.2	4.4	4.9	5.0
Leucin	5.0	5.4	5.0	5.1	4.8	5.1	5.2	5.5	4.2	6.5	7.7	8.3
Histidin	1.6	1.8	1.5	1.6	1.4	1.6	1.7	1.6	1.3	2.1	2.7	2.2
Phenylalanin	2.9	3.1	2.9	3.3	3.0	2.9	3.2	3.1	2.4	4.2	5.0	4.2
Phenylalanin og tyrosin	5.6	6.0	5.6	6.3	5.6	5.6	6.0	5.5	5.4	7.5	8.9	7.4
Valin	4.4	4.6	4.1	4.7	4.2	4.0	4.4	4.1	4.1	5.6	5.1	5.4
Cystein+Cystine	1.3	1.3	1.2	1.3	1.1	1.3	1.3	0.9	1.2	1.7	1.4	0.6
Asparaginsyre	7.8	8.0	7.5	7.7	7.0	7.7	8.5	7.4	8.8	9.3	11.5	11.3
Serin	4.8	5.1	4.6	5.1	4.5	4.6	5.1	4.2	6.2	4.2	5.3	3.9
Glutaminsyre, total	9.8	9.8	9.4	10.0	9.3	9.8	10.5	10.5	11.3	10.8	19.4	11.7
Glycin	19.3	18.0	18.4	19.3	20.0	19.5	20.3	10.2	18.0	9.8	4.3	6.9
Alanin	5.0	4.8	4.7	5.4	5.3	4.8	4.9	5.9	6.6	3.9	4.4	6.2
Tyrosin	2.7	2.9	2.7	3.0	2.6	2.7	2.8	2.4	3.0	3.4	3.9	3.1
Arginin	5.8	6.1	5.7	6.2	5.4	5.6	6.1	5.5	7.3	5.1	7.4	6.9
Prolin	4.3	4.1	4.1	4.4	4.0	4.3	5.1	4.8	6.8	3.6	5.1	5.0
EAA ⁶	30.1	32.2	30.1	31.2	28.6	29.9	31.3	29.6	25.8	39.4	38.0	41.0
NEAA ⁶	60.6	60.1	58.3	62.5	59.2	60.3	64.6	51.9	69.1	51.8	62.7	55.6

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Woller (2005).

⁴ Hellwing et al. (2005)

⁵ Skrede et al. (1998).

⁶ EAA: Essentielle aminosyrer, NEAA: Non-essentielle aminosyrer

Tabel D Fordeling af udvalgte fedtsyrer i søstjerner, søstjernemel, sojaskrå og fiskemel

Prøve ID	Søstjerner							Søstjernemel	Sojaskrå ³	Fiskemel ³
	67138-01 ¹	67139-01 ¹	67140-01 ¹	67141-01 ¹	67142-01 ¹	67144-01 ¹	67145-01 ¹	67155-01 ²		
Dato	171106	160107	140207	210307	010507	210607	180807	010507		
% fedtsyre af fedt	66.4	55.4	50.7	54.2	51.7	45.9	66.9	73.8		
Sum af fedtsyrer C:20 og derover [% af fedtsyrer]	58.6	58.2	59.2	64.4	58.6	50.4	53.1	45	0.2 ⁷	45.6 ⁷
Sum af ω-3 fedtsyrer [% af fedtsyrer]	29.1	28.6	27.9	32.4	30.7	30	27.3	23.8	6.8 ⁷	17.8 ⁷
Sum af ω-6 fedtsyrer [% af fedtsyrer]	5.6	3.6	4.5	4.8	4.6	4.8	4.8	6.6	51.0 ⁷	1.4 ⁷
Sum af mættede fedtsyrer [% af fedtsyrer]	17.2	20.4	15.1	17	19.2	21	21.3	23.4	15.1 ⁷	22.8 ⁷
Sum af enkeltumættede fedtsyrer [% af fedtsyrer]	35.3	34.5	33.2	31.4	33.9	32	36.1	40.3		
Sum af flerumættede fedtsyrer [% af fedtsyrer]	38	35.1	35.5	40.5	40.6	40.8	37.8	33.2		
Sum af alle mættede fedtsyrer [% af fedtsyrer]									84.9 ⁷	77.2 ⁷
Sum af fedtsyrer [% af fedtsyrer]	90.5	90	83.8	88.9	93.7	93.8	95.2	96.9		
C16:0 [% af fedtsyrer]	7.5	7.7	6.8	6.6	7.3	7.7	8.0	11.8	10.5	17.8
Sum af C16 [% af fedtsyrer]	14.6	14.4	10.8	12	15.2	19.8	18.3	19.1		
C18:0 [% af fedtsyrer]	3.7	4.2	4.0	4.3	5.1	4.6	4.8	3.9	10.5	17.8
C18:2 ω 6 [% af fedtsyrer] Linolsyre						0.2	0.2	3.6	53.1	2.1
C18:3 ω-3 [% af fedtsyrer] Linolensyre	0.8	0.5			0.4	0.4	0.3	1.3	7.4 ⁴	1.9 ⁴
C18:3 ω-6 [% af fedtsyrer]						0.2	0.3	0.1		
Sum 18 [% af fedtsyrer]	11.5	10.4	9.5	7.9	13.9	16.1	16	26.3		
C20:3 ω-6 [% af fedtsyrer]						0.2	0.2	0.2		
C20:4ω-6 [% af fedtsyrer] Arachidonsyre	3.3	2.4	3.3	3.5	3	3.1	2.6	1.8		2.4
C20:5ω-3 [% af fedtsyrer]	11.7	10.2	9.5	13	16	17.5	14.4	9.2		
Sum 20 [% af fedtsyrer]	38.7	38.8	37.8	43.5	43.3	38.6	39.5	26.4		
C22:6 ω-3 [% af fedtsyrer]	8.1	11.9	10.5	10.3	6.8	5.6	6	8.4		
Sum 22 [% af fedtsyrer]	17	16.5	17.5	17.2	12.9	10.6	11.9	17.5		
Jodtal ⁵									130	159
Jodtalsprodukt ⁶ pr kg foder									28.6	174.9

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Sauvan D., Perez J.-M. og Tran G. (2004). Tables of composition and nutritional value of feed materials : pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses and fish. The Institut National de la Recherche Agronomique, the Association Francaise de Zootechnie and the Institut National Agronomique Paris-Grignon

⁴ Fordeling mellem ω-6 og ω-3 kendes ikke.

⁵ Jodtal er et udtryk for fedtets indhold af umættede fedtsyrer. Jodtallet i et foderstof bestemmes som antal enheder jodioner, der kan bindes til 100 g fedt.

⁶ Jodtalsproduktet beregnes som: hg (hektogram) råfedt × jodtal = jodtalsprodukt.

⁷ National Research Council (1998). Nutrients requirements of swine, 10th revised edition. National Academy Press, Wahington, DC

Tabel E Indhold af mineraler i søstjerner, søstjernemel, fraktionerede søstjerner, sojaskrå og fiskemel

Prøve ID	Søstjerner							Søstjernemel 67155-01 ²	Fraktionerede søstjerner		Sojaskrå ⁴	Fiskemel ⁴
	67138-01 ¹	67139-01 ¹	67140-01 ¹	67141-01	67142-01 ¹	67144-01 ¹	67145-01 ¹		Tynd ³	Tyk ³		
Dato	171106	160107	140207	210307	010507	210607	180807	010507				
Calcium [mg/kg ts]	136698	116897	130435	136986	83864	157398	146138	103632	280314	21957	3300	32000
Fosfor [mg/kg ts]	4627	6057	6957	5901	9554	4302	4280	19231	1549	8203	7300	22000
Magnesium [mg/kg ts]	12618	10521	13043	11591	8386	12592	11482	5021	8026	4620	3200	2000
Natrium [mg/kg ts]	26288	25505	19565	27397	19108	24134	18789	16026	6138	22166	100	700
Kalium [mg/kg ts]	8517	10414	10326	10537	15924	7870	7411	9615	1836	11738	24000	12000
Chlorid [mg/kg ts]	4.4	4.1	3.1	4.5	3.6	4.1	3.3	2.4				
Jern [mg/kg ts]	168.2	116.9	184.8	210.7	127.4	293.8	219.2	491.5	86	392	193	302
Kobber [mg/kg ts]									0.9	6.6	19	5
Mangan [mg/kg ts]	57.8	14.9	25.0	21.1	19.1	63.0	61.6	36.3	200	117	44	14
Zink [mg/kg ts]	178.8	116.9	130.4	126.4	116.8	136.4	104.4	101.5				
Cobolt [mg/kg ts]	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3				
Iod [mg/kg ts]	3.2	3.7	3.0	3.6	2.0	2.9	2.5	7.6				
Selen [mg/kg ts]					0.7		1.3	1.9	1.3	3.7	0.19	2.16
CA:P	29.5	19.3	18.7	23.2	8.8	36.6	34.1	5.4	181.0	2.7	0.5	1.5

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

³ Wøller (2005).

⁴ Møller (2005). Fodermiddeltabel 2005. Rapport 112. Dansk Kvæg.

Tabel F: Indhold af tungmetaller i søstjerner og søstjernemel

Prøve ID	Søstjerner							Søstjernemel 67155-01 ²
	67138-01 ¹	67139-01 ¹	67140-01 ¹	67141-01	67142-01 ¹	67144-01 ¹	67145-01 ¹	
Dato	171106	160107	140207	210307	010507	210607	180807	010507
Bly [mg/kg TS]	0.20	0.20	0.23	0.45	0.24	0.36	1.46	0.28
Cadmium [mg/kg TS]	0.19	0.12	0.47	0.16	0.28	0.26	0.41	0.24
Kviksølv [mg/kg TS]	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.06	0.06	0.10
Arsen [mg/kg TS]	3.05	3.93	47.83	4.74	4.88	3.88	3.65	5.56
Tributyltin [µg/kg TS]	1.54	2.98	2.28	2.17	2.18	1.90	1.83	1.92

¹ Analyse resultater af hele søstjerner. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

² Søstjernemelet er produceret ud fra det parti af søstjerne som er fanget 01/05-2007. Materialet er analyseret af Eurofins Steins Laboratorium A/S

Bilag 3: Søstjernerens anvendelighed som råvare til foder

Af Agronom Johs. Woller, Urtica ApS

Søstjernerens anvendelighed som råvare til foder.

Agronom Johs. Woller, Urtica ApS

December 2007

På basis af de gennemførte analyser af søstjernerens indhold af næringsstoffer kan det konstateres, at søstjerner er en attraktiv råvare til foder til svin, heste, fjerkræ og kæledyr. Denne konklusion er alene baseret på næringsværdien af søstjerner, hvorfor en fremtidig anvendelse vil være afhængig af om søstjerner prismæssigt og håndteringsmæssigt kan konkurrere med andre råvarer.

Ud fra et næringsstofmæssigt synspunkt vil søstjerner være attraktive til drøvtyggere, men de gældende regler om anvendelse af animalsk protein til drøvtyggere udelukker brug af søstjerner i foderet til denne dyregruppe.

Søstjernerens næringsstofindhold.

Af de foreliggende analyseresultater fremgår, at næringsstofindholdet varierer en del afhængig af fangsttidspunktet. I månederne juni, august og november er indholdet af råprotein i tørstof henholdsvis 34,7 %, 37,9 % og 36,1%. I januar, februar og marts er råproteinindholdet henholdsvis 44,6 %, 45,9 % og 42,3 %, medens det i maj er oppe på 53,6 % af tørstoffet. Af søstjernerne fra maj blev der produceret et parti søstjernemel. Dette indeholdt 55,6 % råprotein i tørstoffet. Melfremstillingen har således medført en stigning i tørstoffets råproteinindhold på 2 procentenheder. Samtidig steg tørstoffets indhold af råaske fra 31,3 % til 34,6 %, medens indholdet af råfedt faldt fra 8,9 % til 7,3 % af tørstoffet og NFE faldt fra 6,5 % til 2,5 % af tørstoffet. Selv om der altid vil være en vis usikkerhed ved prøveudtagning og analyse indikerer disse tal, at der under melfremstillingen mistes noget råfedt og en del NFE. Specielt NFE tabet kan være uheldigt, da det antages, at der i NFE fraktionen i søstjerner er et indhold af glucosaminer, glucaner og andre oliogosaccarider, der har særlig ernæringsmæssig interesse. I den forbindelse er det værd at bemærke, at søstjerner fanget i august havde et NFE indhold på 14,1 % af tørstoffet.

Råfedtindholdet i søstjernerne er med hensyn til fedtsyrefordeling sammenlignelig med andre marine olier, men råfedtets indhold af fedtsyrer er lavere end det der ses i fiskefedt. Hvorvidt dette skyldes et højere indhold af fosforlipider, carotinoide, tocoferoler o.l. kan ikke afgøres ud fra de foreliggende analyseresultater. Derimod viser analyserne, at melfremstillingen medfører, at fedtsyrer i procent af råfedt stiger med ca. 22 procentenheder. Årsagen hertil må formodes at findes i melprocessen.

Mineralstofindholdet i søstjerner er kendetegnet ved et forholdsvis højt indhold af calcium. Dette er naturligt, da søstjernerens skal hovedsagelig består af calciumcarbonat. Da de fleste foderblandinger tilsættes calciumcarbonat for at afbalancere blandingens calciumindhold, vil det høje calciumindhold i søstjerner ikke begrænse disses anvendelsesmuligheder som foder.

Mikromineralindholdet varierer en del. Specielt er der stor variation i indholdet af selen. Hvor meget af denne variation, der kan henføres til usikkerhed i prøveudtagningen, er uklart. Ud af de syv analyserede partier er selenindholdet i

de fem under den anvendte detektionsgrænse på 0,2 mg/kg tørstof, medens de to sidste partier indeholdt henholdsvis 0,7 og 1,2 mg selen pr. kg tørstof. For de øvrige mineraler viser analyserne, at indholdet er af en størelsesorden, der ikke vil begrænse søstjerners anvendelsesmuligheder.

Søstjerners indhold af uønskede stoffer.

Indholdet af uønskede stoffer er ifølge de gennemførte analyser langt under det tilladte størsteindhold. Dog skal det anføres, at prøven fra 14.02.07 angives at indeholde 44 mg arsen pr. kg tørstof. Dette er langt over det tilladte maksimalindhold på 15 mg. Det bør undersøges om det høje indhold skyldes en analysefejl, da de øvrige analyser er på et niveau, der er ti gange lavere. Ved anvendelse af søstjerner i foderet skal der, hvis arsenindholdet er over 2 mg pr. kg analyseres for uorganisk arsen, da dette ikke må overstige 2 mg pr. kg. Det må anses for usandsynligt at der med de opnåede analyseresultater vil være problemer med indholdet af uorganisk arsen.

Bortset fra bemærkningerne om arsen er der i søstjerner ikke nogen af de uønskede stoffer der kan forhindre en anvendelse til foder.

Søstjerner i foder.

Svinefoder.

Ifølge de gennemførte analyser er fordøjeligheden af det organiske stof i søstjerner høj hos svin. De varierende indhold af råprotein og råfedt fra parti til parti medfører en variation i energiindholdet, der var lavest i november med 77,3 FEso pr. kg tørstof og højest i maj med 108,1 FEso pr. kg tørstof.

Trods variationerne i næringsstofindhold må søstjerner anses for at være en fortrinlig råvare til foder til søer og smågrise. Indholdet af marint protein og flerumættede fedtsyrer gør, at søstjerner er et godt alternativ til fiskemel og burde til det formål kunne betales med samme pris pr. kg protein.

Selv om tidligere erfaringer viser, at fodring med søstjerner ikke giver ”fiskesmag” i svinekød, må det anbefales kun at anvende dem til søer og smågrise, indtil der er sikkerhed for at slagtesvinenes kvalitet ikke påvirkes i negativ retning.

Til svinefoder vil såvel søstjernemel som flydende konserverede søstjerner kunne anvendes.

Fjerkræfoder.

I foder til fjerkræ vil søstjerner kunne anvendes som alternativ til fiskemel og/eller andre proteinkilder. En sådan anvendelse vil dog være betinget af, at søstjerner er til rådighed som mel.

Hestefoder.

På verdensplan ses en stigende interesse for at anvende marine produkter til heste. Ud over ønsket om at tilføre omega 3 fedtsyrer er der, som følge af mange positive erfaringer med NFE fraktionen i havdyr, et ønske om at tilføre foderet til ungheste og ældre hårdtarbejdende heste disse næringsstoffer.

Fiskefoder.

På basis af de gennemførte analyser må søstjerner antages at kunne indgå i fremstillingen af fiskefoder på niveau med en hvilken som helst anden råvare.

Petfood.

I foder til hunde og katte vil søstjerner kunne indgå som et alternativt proteinfoder. I foder til ældre dyr vil specielt NFE fraktionen kunne være særdeles interessant.

Ovenstående vurdering er udelukkende baseret på søstjernerens næringsstofindhold. Hvorvidt pris og håndtering gør en anvendelse til foder mulig er uklart. Det kan dog konstateres, at der i søstjerner synes at være specielle næringsstoffer, der kan gøre en udnyttelse af forekomsten rentabel.

Bilag 4: Afprøvning af søstjernemel som økologisk hønsefoder

Af konsulent, Cand. Agro Niels Finn Johansen
Dansk Landbrugsrådgivning,
Landscentret, Fjerkræ

Afprøvning af søstjernemel som økologisk hønsefoder

Af konsulent, Cand. Agro Niels Finn Johansen
Dansk Landbrugsrådgivning,
Landscentret, Fjerkræ

Indledning

Den økologiske fjerkræbranche efterspørger nye proteinkilder, der kan bidrage til at forsyne fjerkræet med essentielle aminosyrer. Behovet for sådanne råvarer forstærkes frem mod udgangen af år 2011, fra hvilket tidspunkt foder til økologiske husdyr skal være 100 % økologisk. Fra dette tidspunkt vil man ikke længere kunne tilsætte majs gluten og kartoffelproteinkoncentrat til de økologiske foderblandinger.

Fiskemel vil fortsat kunne tilsættes, men fiskemel er en begrænset ressource - og dyrt. Desuden kan fiskemel kun tilsættes i begrænset mængde (omkring 4 % af foderet), da man ellers vil få fiskesmag i produkterne (æg og kød).

Muslingemel har vist sig at kunne bruges i stedet for fiskemel og medfører ikke problemer med afsmag i æg eller kød. Muslingemel er dog med nuværende dyrknings- og fremstillingsteknik ikke prismæssigt konkurrencedygtigt i forhold til fiskemel. Det økonomiske problem vil måske i fremtiden kunne løses dels ved udvikling af teknikkerne, og/eller ved at produktionen subsidieres ved hjælp af tilskud fra det offentlige. Tilskud er relevant i en samfundsmæssig sammenhæng, idet at muslingeproduktion i kystnære farvande vil kunne bidrage til løsning af problem med ophobning af kvælstof og fosfor i havmiljøet.

Søstjerner æder muslinger og er således skadedyr i forhold til muslingeproduktionen. Det er derfor relevant at undersøge, om man kan løse/reducere skadevirkningen på muslingebanker og samtidigt skaffe et værdifuldt foder til landbruget ved at fiske søstjerne og tilvirke dem til foder.

Materiale og metode

Der blev i oktober 2007 fanget en tilstrækkelig mængde søstjerner i Limfjorden til at fremstille 1.000 kg søstjernemel. Melet blev fremstillet af Vereinigte Fishmehl Verken i Tyskland.

150 kg af dette mel blev stillet til rådighed for et orienterende fodringsforsøg med æglæggende økologiske høner. Forsøget udførtes af Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Fjerkræ.

Forsøgsanlægget bestod af fire forsøgsrum à 3 m² med 18 høner pr. rum. Hvert forsøgsrum var indrettet således, at alle regler for økologisk ægproduktion med hensyn til fodertrug, vandtrug, redekapacitet, siddepinde og gulvareal var overholdt. Forsøget gennemførtes med én forsøgsbehandling pr. rum - altså uden gentagelser. Resultaterne kan derfor ikke gøres til genstand for statistisk bearbejdning og skal derfor kun betragtes som indikationer.

Forsøgsbehandlingerne var:

- Almindeligt økologisk handelsfoder (Loggi Dueholm 2,5).
- Almindeligt handelsfoder tilsat 10 % søstjernemel + 19 g hvede/høne/dag.
- Almindeligt handelsfoder tilsat 20 % søstjernemel + 25 g hvede/høne/dag.
- Almindeligt handelsfoder + ad libitum søstjernemel (separat udfodring af søstjernemel).

Handelsfoderet var et pelleteret fuldfoder og bestod derfor af foderpiller - dog med en del smul imellem. Søstjernemelet blev dagligt, manuelt blandet op i fuldfoderet. Kornet blev tildelt som hele kerner på strøelsen.

Hønerne var af afstamning Hyline Brun og 65 uger gamle ved forsøgets start. Alle høner blev vejet ved indsætning og ved prøveperiodens slutning. Foder-, vandforbrug, antal æg og ægvægt blev registreret dagligt i en periode på 13 dage.

Formål

Formålet med forsøget var at undersøge, om æglæggende høner vil æde søstjernemel, om melet bidrager til hønernes ernæring, om melet har nogle åbenbare ernæringskadelige effekter, og om søstjernemel medfører kosmetiske eller smagsmæssige problemer i konsumæg.



Billede 1. Foder og vandtrug.

Tabel 1. Foderets næringsstofindhold.

Næringsstof	Fuldfoder ¹⁾	Korn ²⁾	Søstjernemel ³⁾
Råprotein, %	18,0	10,0	39,0
MJOE/100 kg	1080	1200	810
Methionin, g/kg	3,3	1,59	11,4
Meth+cyst, g/kg	6,5	3,74	7,0
Lysin, g/kg	7,3	2,73	9,9
Calcium, g/kg	38	0,4	121
Fosfor, g/kg	5,7	2,8	5,58

¹⁾ Deklareret af foderleverandør, Danish Agro.

²⁾ Råvaretabel, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Fjerkræ.

³⁾ Estimeret på grundlag af analyseresultater (bilag 2).

Fuldfoder og fuldfoder opblandet med henholdsvis 10 og 20 % søstjernemel blev udfodret ad libitum dagligt. I forsøgsleddet "ad libitum søstjernemel" blev søstjernemel udfodret ublandet i et separat trug, og rent fuldfoder blev tildelt ad libitum i et andet trug. Som det ses af tabel 2, var optagelsen af rent søstjernemel meget begrænset. De tre første dage udfodredes søstjernemelet i tør tilstand. Hønerne syntes ude af stand til at æde det tørre mel, derfor tilsattes de følgende dage vand til melet. Tilsætningen af vand hjalp på optagelsen, men den var stadig meget lav - ca. 4 g pr. høne pr. dag. Holdet havde også samlet set en ret lav foderoptagelse, hvilket nok nærmere har sammenhæng med dette holds lave ægproduktion (tabel 4). Beklageligvis var hønerne i dette hold ikke særlig produktive, hvorfor deres næringsstofbehov var lavt, og hvorfor deres foderoptagelse følgelig var forholdsvis lav. Lav produktivitet og lav samlet foderoptagelse skyldes således ikke forsøgsbehandlingen. Korn blev tildelt i en fast mængde på strøelsen hver dag. Alt korn blev spist hver dag.

Tabel 2. Optagelse af de tildelte foderemner, g/høne/dag.

	Kontrolhold	10 % søstjernemel	20 % søstjernemel	Ad libitum søstjernemel
Fuldfoder, g/dag	134,5	108,6	81,4	119,0
Hvede, g/dag	0	19,4	25,0	0
Søstjernemel, g/d	0	14,4	26,6	3,0
I alt g/dag	134,5	142,4	133,0	122

På grundlag af den registrerede foderoptagelse (fuldfoder, korn og søstjernemel) kan beregnes den mængde af næringsstoffer, som hver høne har optaget i gennemsnit pr. dag (tabel 3).

Tabel 3. Hønernes næringsstofforsyning afhængig af forsøgsbehandling.

	Fuldfoder	10 % søstjernemel	20 % søstjernemel	Ad libitum søstjernemel	Hønernes behov ¹⁾
Energi, MJ/høne/dag	1,45	1,52	1,39	1,31	1,49
Råprotein, g/høne/dag	24,2	27,1	27,53	22,59	21,0
Methionin, g/høne/dag	0,44	0,49	0,49	0,41	0,38

Meth+cyst. g/høne/dag	0,87	0,94	0,93	0,81	0,75
Lysin, g/høne/dag	0,98	0,99	0,93	0,9	0,85
Calcium, g/høne/dag	5,11	5,88	6,32	4,89	4,5
Fosfor, g/høne/dag	0,77	0,75	0,68	0,7	0,5

¹⁾ Anbefaling, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Fjerkræ.

Det ses af tabel 3, at alle hold bortset fra hold "10 % søstjernemel" har været underforsynede med energi. Når holdet "10 % søstjernemel" har fået tilstrækkelig energi, skyldes det primært to forhold:

- Holdet er blevet tildelt relativt stor kornmængde som kompensation for lavt energiindhold – og højt protein- og mineralindhold i søstjernemelet.
- Mængden af søstjernemel opblandet i fuldfoderet har ikke været så højt, at det væsentligt har reduceret optagelsen af fuldfoder.

I holdet "20 % søstjernemel" har den samlede foderoptagelse været noget lavere, hvilket kan forklares ved:

- At holdet i mindre grad er kompenseret med korntildeling.
- At tilsætningen af søstjernemel har været så høj, at den væsentligt har reduceret optagelsen af fuldfoder. Høner æder ikke gerne mel eller smuldet foder.

Det ses endvidere, at alle hold har været overforsynede med protein, aminosyrer og calcium. Jo mere søstjernemel, der tilsættes, jo større bliver underforsyningen med energi, og jo større bliver overforsyningen med protein, aminosyrer og calcium. I forhold til fosfor er tilsætningen af søstjernemel neutral.

Produktionsresultater

På trods af ovennævnte overvejende negative effekter på næringsstofbalancen når fuldfoderet suppleres med søstjernemel, har dette ikke afspejlet sig i hønernes produktivitet.

Tabel 4 viser, at hønerne, der har fået 10 og 20 % søstjernemel, har lagt flest æg, og har haft det laveste foderforbrug pr. kg producerede æg. Ægvægten synes dog at være lidt lavere, hvor der er tildelt søstjernemel. Dette forhold kan delvist forklares ud fra det forhold, at disse hold har haft en relativt lav foderoptagelse set i relation til deres ret høje produktivitet. Når foderoptagelsen er lav, bliver æggene små. En supplerende forklaring kan være, at søstjernemel indeholder meget lidt linol- og linolensyre. Disse fedtsyrer har stor betydning for ægvægten.

Tabel 4. Ægproduktion, tilvækst, foder/kg æg og vandforbrug.

	Kontrol	10 % søstjernemel	20 % søstjernemel	Ad libitum søstjernemel
Antal æg/høne	10,1	12,2	13,0	8,0
Ægvægt, g/æg	75,0	74,0	72,5	78,0
Foder, kg/kg æg	3,2	2,82	2,54	3,5
Tilvækst, g/høne	44	146	76	102
Vandforbrug, g/høne/dag	228	248	261	223

Kvalitet og smag af æg

Tildelingen af søstjernemel har øget foderrationens indhold af calcium ud over det ønskelige. En sådan overforsyning kan påvirke æggenes skalkvalitet negativt. Skalkvaliteten er ikke objektivt undersøgt i forsøget, men den visuelle bedømmelse ved ægindsamling har ikke afsløret negativ påvirkning.

Der er foretaget smagstest af æggene efter 9 dages fodring. Smagstesten er udført som blindtest på kogte æg og er udført af syv medarbejdere fra Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Fjerkræ. Testpersonerne skulle bedømme blommens farve (Roche skala 1 – 15) og vurdere smagen, dels ved at vurdere om der var fiskesmag (0 er ingen og 10 er stærk fiskesmag), dels ved at give bemærkninger om smag eller konsistens.

Tabel 5. Resultat af smagstest, kogte æg.

	Blommefarve Roche 1 - 15	Fiskesmag 0 = ingen, 10 = stærk	Bemærkninger
Kontrolhold	4,86	1,64	Ingen væsentlige, mest ros
10 % søstjernemel	3,79	2,71	Ingen væsentlige, mest ros
20 % søstjernemel	5,29	0,85	Ingen væsentlige, mest ros
Ad libitum søstjernemel	4,93	2,1	Ingen væsentlige, mest ros

Det ses af tabel 5, at der ikke kunne konstateres forskel på hverken blommefarve eller smag som følge af forsøgsbehandling.

Efter 13 dages fodring blev der målt blommefarve på fem friskt udslåede æg fra hver forsøgsbehandling. Heller ikke ved denne måling kunne der konstateres forskel på blommefarve som følge af forsøgsbehandling. Blommefarven i de friskudslåede æg var langt kraftigere end i de kogte æg. Blommefarvestofferne kommer fra foderet. Det anvendte fuldfoder har et meget højt indhold af blommefarvestoffer (fra majs og grønmel) - derfor de meget kraftigt marmorede ferske blommer (billede. 3 og 4). På grundlag af de foretagne bedømmelser kan det ikke konkluderes, at søstjernemel ikke indeholder blommefarvestoffer. Man skal i den sammenhæng hæfte sig ved, at forsøgsholdene havde lige så mørke blommer som kontrolholdet, selvom de har

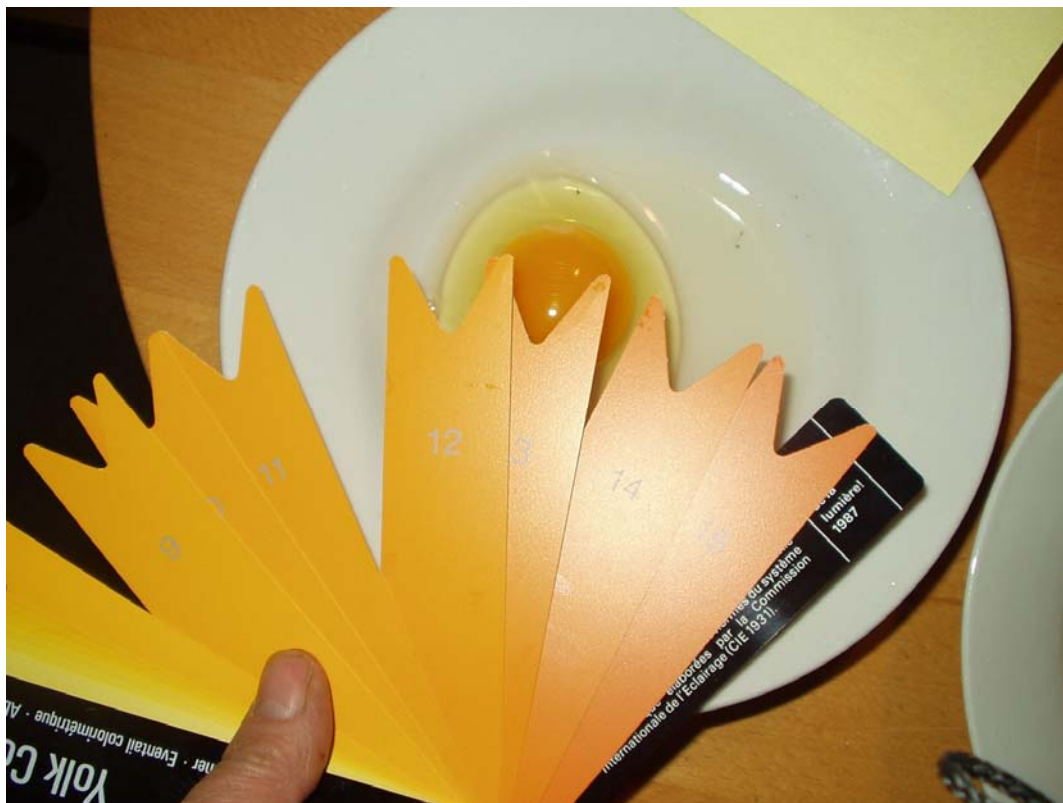
optaget mindre fuldfoder. Der er således en vis sandsynlighed for, at den reducerede optagelse af blommefarvestoffer fra fuldfoderet er blevet erstattet af farvestoffer fra søstjernemelet.

Tabel 6. Blommefarve af friskt udslåede æg efter 13 dages fodring.

	Blommefarve, Roche 1 – 15
Kontrolhold	12,2
10 % søstjernemel	12,6
20 % søstjernemel	12,4
Ad libitum søstjernemel	13,0



Billede 2. Blommer fra alle fire forsøgsbehandlinger.



Billede 4. Vurdering af blommemfarven efter Rocheskalaen 1 - 15.

Mulighed for anvendelse af søstjernemel i praksis til æglæggende høner

Hvis søstjernemel skal bruges til fodring af æglæggende høner i større skala, vil man ikke tildele melet på den måde, som det er gjort i nærværende eksperiment. Man ville i stedet:

- 1) Lade søstjernemelet være en del af fuldfoderet.
- 2) Foretage en optimering (en afbalancering af andelen af andre råvarer) således, at den samlede foderration kommer til at modsvare hønernes næringsstofbehov. Resultatet af en sådan optimering kunne se ud som vist nedenstående.

Tabel 7. Optimeret råvaresammensætning med 11 % søstjernemel (eksempel):

Råvare	% af fuldfoderblanding
Hvede	51,51
Havre	7,55
Solsikkekage	5,28
Soyabønner	9,81
Rapsfrø	3,77
Foderkridt	2,64
Østersskaller	2,26
Nøgen havre	15,09
Søstjernemel	11,32
Vitaminer + mineraler	0,77
I alt	100,00

Tabel 8. Næringsstofforsyning pr. høne ved foderoptagelse på 132,5 g/dag af optimeret blanding sammenholdt med behov.

	Næringsstofforsyning, pr. høne/dag ved optimeret blanding med søstjernemel	Behov pr. høne pr. dag
Energi, MJ/høne/dag	1,5	1,49
Råprotein, g/høne/dag	22,79	21,00
Methionin, g/høne/dag	0,39	0,38
Meth+cyst, g/høne/dag	0,79	0,75
Lysin, g/høne/dag	0,87	0,85
Calcium, g/høne/dag	4,53	4,5
Fosfor, g/høne/dag	0,52	0,50

Ovenstående eksempel dokumenterer, at man sagtens kan afbalancere en foderblanding indeholdende søstjernemel, så hønens næringsstofforsyning bliver afbalanceret.

Et mindre problem er dog, at proteinindholdet bliver lidt højere end ønskeligt. Dette er et velkendt fænomen i økologiske fjerkræblandinger, men er nødvendigt for at få tilstrækkeligt methionin i blandingen. Indholdet af methionin i søstjernemel er desværre ikke tilstrækkelig højt til at løse dette problem.

Konklusioner

Det udførte forsøg (eksperiment) indikerer at:

- 1) Søstjernemel kan anvendes som råvare i foder til æglæggende høner.
- 2) Søstjernemel har ingen åbenbar ernæringskadelig effekt på æglæggende høner.
- 3) Søstjernemel medfører ingen kosmetiske eller smagsmæssige fejl ved æg.
- 4) Søstjernemel bør ikke opfodres som mel til fjerkræ. Fjerkræ er ikke i stand til at æde så fint mel, derudover er det tænkeligt, at det meget høje askeindhold betyder, at smagen er dårlig.
- 5) Søstjernemel bør blandes med andre råvarer i et afbalanceret fuldfoder.
- 6) Det er uklart om søstjernemel indeholder blommefarvestoffer, nærværende eksperiment peger på, at det gør.
- 7) Søstjernemel kan bidrage med protein, calcium, fosfor og til en vis grad også med svovlholdige aminosyrer i foder til æglæggende høner. Indholdet af methionin er dog ikke tilstrækkelig højt til at skabe optimal balance mellem aminosyreindhold og samlet proteinindhold.
- 8) Søstjernemel vil formodentlig ikke være velegnet til voksende dyr. Til disse dyr vil det høje askeindhold udgøre et problem.
- 9) Nærværende konklusioner bør fremover efterprøves i mere kontrollerede og længerevarende forsøg.
- 10) Der er behov for analyseresultater af søstjernemel fra søstjerner fanget udenfor parringssæsonen.
- 11) Fordøjeligheden af calcium, fosfor og aminosyre i søstjernemel bør undersøges.
- 12) Søstjerner vil sandsynligvis kun være relevant som fodermiddel til fjerkræ i form af mel. Fjerkræstalde er ikke indrettet til udfodring af pulp eller ensilage. Det var dog ikke umuligt at tænke sig søstjerneensilage udfodret sammen med grovfoder til økologiske høner. Søstjerneensilage vil ikke i sig selv blive betragtet som grovfoder.



DANSK SKALDYRCENTER

Dansk Skaldyrcenter
Øroddevej 80
DK-7900 Nykøbing Mors
www.skaldyrcenter.dk