



Drank som proteinkälla till Regnbågslax (*Onchorhynchus mykiss*)

av

Markus Andersson

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

Examensarbete 259

Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala 2008

Department of Animal Nutrition and Management



Drank som proteinkälla till Regnbågslax (Onchorhynchus mykiss)

av

Markus Andersson

Handledare: Torbjörn Lundh

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

Examensarbete 259

Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala 2008

Department of Animal Nutrition and Management

Tack till

Jag vill speciellt tacka min handledare dr. Torbjörn Lundh för att alltid ha tagit sig tid för att diskutera de problem som dykt upp under arbetets gång. Utan ditt engagemang hade denna studie varit omöjlig för mig att genomföra. Även tack till dr. Karin Lyberg som hjälpt mig med den statistiska bearbetningen, och alla andra på instutionen för Husdjurens Utfodring och Vård. Tack också till min sambo som stått ut med min frånvaro alla helger och sena kvällar jag har jobbat.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	8
INLEDNING	9
FISKPRODUKTION.....	9
PROTEINKÄLLOR I FISKFODER.....	9
REGNBÅGSLAXENS DIGESTIONSKANAL OCH NÄRINGSBEHOV	10
MATERIAL OCH METODER	12
FISKAR OCH INHYSNING.....	12
FODER.....	13
FÖRSÖKSUTFÖRANDE.....	15
ANALYSMETODER OCH BERÄKNINGAR	16
STATISTISK	17
RESULTAT	17
DISKUSSION	19
ABSTRACT	22
REFERENSER	23

Sammanfattning

Målet med detta försök var att utvärdera drank som proteinfodermedel till regnbågslax (*Oncorhynchus mykiss*) genom att studera fodrets smältbarhet, och fiskarnas tillväxt under ett 59 dagar långt försök. Ett kontrollfoder och tre försöksfoder tillverkades med olika inblandningar av frystorkad drank; 10, 31 och 51 % av torrsubstansen (ts). Kontrollfodret innehöll ingen drank. Fodren blandades med målet att de skulle bli så näringsmässigt isogena som möjligt, varför vetekli tillsattes för att balansera fiberhalten. Fodren benäms kontroll, låg (10 % drank), mellan (31 % drank) och hög (51 % drank). Fiskarna utfodrades två gånger per dygn med en restriktiv fodergiva.

Smältbarheten av råprotein var högre för kontroll- och lågdieter (>900 g/kg ts) än för högdieten ($P < 0,01$), mellandieten uppvisade inga signifikanta skillnader från övriga dieter. Smältbarheten av fett var likartad för dieter kontroll, låg och mellan (>830 g/kg ts) men var lägre för högdieten ($P < 0,05$). Slutvikterna uppvisade signifikanta skillnader mellan kontrollgruppen och de tre försöksdieter (<math>P < 0,01</math>), och mellangruppen uppvisade signifikanta skillnader mot de fiskar som utfodrats med lågdieten. Viktökningen och foderomvandlingen visade samma signifikanta skillnader mellan grupperna som slutvikterna. Lägst foderomvandlingsförmåga hade fiskarna som fått mellandieten (1,0 g foder/g tillväxt). Grupperna som utfodrats med försöksdieter hade signifikant bättre proteinutnyttjande än de som givits kontroldieten ($P < 0,01$), men ingen signifikant skillnad fanns mellan behandlingarna med försöksdieter.

En faktor som kan begränsa mängden inblandad drank, och andra vegetabiliska fodermedel, i fiskfoder är dess aminosyraprofil. I den aktuella studien verkar det inte som detta varit fallet då gruppen som fått mellandieten hade en högre daglig tillväxt och lägre foderomvandlingsförmåga än de fiskar som fått kontroll och lågdieten. Möjligen kan aminosyraprofilen hos drank tillgodose regnbågslaxens aminosyrabehov bättre än fiskmjölets aminosyrasammansättning. Den rekommenderade protein/energi kvoten är 2,2-2,4 kg smältbart protein/MJ smältbar energi (NRC, 1993). Den aktuella studiens försöksfoder har värden mellan 1,8-2,8 kg smältbart protein/MJ smältbar energi. Högst tillväxt tycks 2,4 kg smältbart protein/MJ smältbar energi generera. En förklaring till att kontrollgruppen har en sämre viktökning, foderomvandlingsförmåga och proteinutnyttjande kan vara att den gruppen har den högsta inblandning vetekli, och att detta har verkat negativt på tillväxten. Drank verkar således ha goda förutsättningar att helt eller delvis kunna ersätta fiskmjöl som proteinfodermedel, även till karnivora fiskar.

Inledning

Fiskproduktion

Akvakultur är den bransch som växer fortast av all animalisk livsmedelsproduktion. Globalt har sektorn i genomsnitt vuxit med 8,8 % årligen sedan 1970-talet, jämfört med 1,2 % för fångad fisk och 2,8 % för landlevande köttproduktion under samma tidsperiod (FAO, 2006a). Fisk är väldigt viktigt ur näringssynpunkt och bidrar med över 20 % av det genomsnittliga proteinintaget för över 2,6 miljarder människor (FAO, 2006a). Nästan hälften av världens matfisk kommer från akvakultur, och troligen är det akvakultur som har störst möjlighet att möta det växande behovet efter akvatisk föda. Om befolkningsökningen blir som förutspås uppskattas det att ytterligare 40 miljoner ton akvatisk föda kommer att behövas år 2030 för att bibehålla nuvarande per capita konsumtion (FAO, 2006b). I Sverige sker den största delen av matfiskproduktionen i sötvatten, och den vanligaste arten är regnbågslox. År 2005 var det totala värdet av akvakultur för Sverige 239 miljoner kr (Fiskeriverket, 2007a). För att odlingen skall vara miljövänligt är det önskvärt med ett recirkulerande system, med en låg tillförsel av nytt vatten. Genom återanvändning och bearbetning av vatten kan man skapa lika god vattenkvalitet som i ett genomströmmande system, vilket innebär att man sparar både yta och vatten (Losordo *et al.*, 1998). I flertalet länder i Asien har man sedan långt tillbaka i tiden en tradition där man använder sig av integrerade fiskodlingssystem, i vilka fiskodling kopplas ihop med landlevande produktionsdjur. Gödseln ifrån de senare tillsätts till dammen och verkar som näringsämnen för plankton som fiskar äter (Edwards & Little, 2003). De integrerade odlingsystemens två stora fördelar är att de är platssparande då akvatiska och landlevande subsystem kan hållas helt eller delvis överlappande. Avfalls- eller biprodukter utnyttjas och blir ett tillskott i ett annat subsystem (Edwards, 1985).

Av världshaven är 50 % fiskade till vad som bedöms som högsta gränsen för att fiskbestånden skall kunna reproducera sig. I 25 % av världshaven bedöms fiskpopulationerna vara överfiskade till en farligt låg nivå för att kunna återväxa (FAO, 2007). Den fiskodling som bedrivs i Sverige och Europa är i de flesta fall baserad på karnivora fiskar som kräver fiskmjölsbaserat foder vanligtvis utav arterna sill, tobis, sardin eller makrill. Det krävs cirka 3 kg foderfisk för att producera 1 kg fiskkött. Fångsten av foderfisk kan på sikt leda till att även dessa bestånd kraftigt decimeras eller fiskas ut (Fiskeriverket, 2007b).

Proteinkällor i fiskfoder

Fiskmjöl har länge utgjort den största proteinkällan i kommersiella fiskfoder (Rumsey, 1993). Detta för fiskmjölets höga nutritionella värde som resulterar i hög tillväxt hos fisk. Dess goda egenskaper består bland annat i en välbalanserad profil av essentiella fettsyror (ex. eikosapentaensyra (EPA) och dokosaheksaensyra (DHA)) och essentiella aminosyror

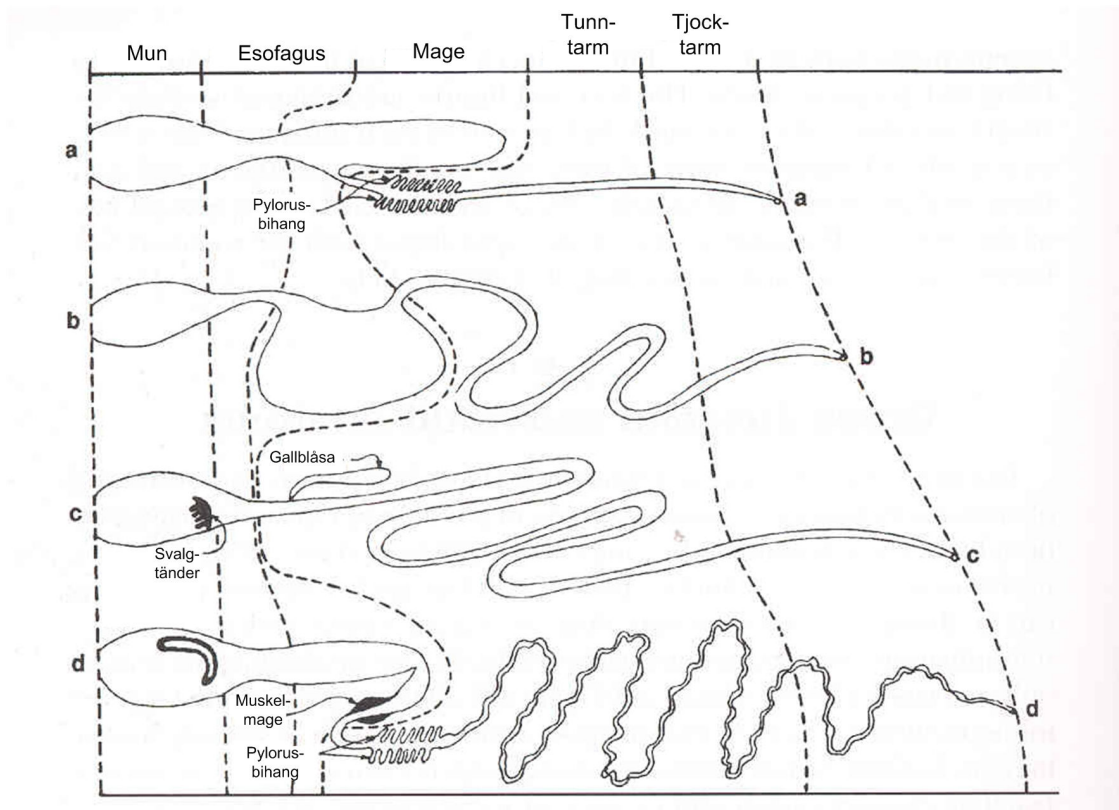
som fiskarna utnyttjar väl, (ex. lysin och metionin), samt ett högt energivärde (Naylor *et al.*, 2000; Oo *et al.*, 2007; Rumsey, 1993). Akvakultur förväntas stå för 48 % av den globala fiskmjölskonsumtionen år 2010. Fiskfoderindustrin har på senare tid betonat vikten av att hitta vegetabiliska proteinkällor, delvis till följd av flera länders förbud mot användande av kött-, ben- och fjädermjöl från landlevande djur i fiskfoder (Oo *et al.*, 2007). En minskad användning av fiskmjöl har även en stor ekonomisk betydelse för fiskodlare då fodret är den största enskilda kostnaden. Genom att hitta en billigare proteinkälla än fiskmjöl skulle foderkostnaderna minska, men det är inte givet att detta leder till högre vinst. Många vegetabiliska proteinkällor har ett lägre proteininnehåll och har en sämre aminosyraprofil än fiskmjöl (Adelizi *et al.*, 1998).

Vidare innehåller många växtproteiner antinutritionella substanser som kan motverka tillväxt och proteinutnyttjande. Vanligt förekommande antinutritionella substanser är fiber, oligosackarider, fenoliska substanser, fytat och glukosinolater (Bell, 1993; Thiessen *et al.*, 2004). Sojamjöl som är ett vanligt proteinfodermedel innehåller fem trypsininhibitorer, osmältbara kolhydrater, lektiner, saponiner och fytater som alla har en negativ inverkan på digestionen hos regnbågslax (Spinelli *et al.*, 1983; Dabrowski *et al.*, 1989; Olli *et al.*, 1994; Rumsey *et al.*, 1994). Sökandet efter alternativa fodermedel till fiskmjöl tog fart i slutet på 70-talet (Spinelli *et al.*, 1979; Tiews *et al.*, 1979), detta föranleddes av en kraftig nedgång i fångst av anchoveta utanför Perus kust några år tidigare. De flesta av dessa studier pekade på en sämre tillväxt hos fiskar utfodrade med vegetabiliska biprodukter än de som utfodrades med fiskmjöl (Adelizi *et al.*, 1998).

Regnbågslaxens digestionskanal och näringsbehov

Regnbågslaxen är en carnivor fisk med ett relativt kort, rakt och enkelt tarmsystem (figur 1) jämfört med andra omnivora och herbivora fiskar. Laxfiskar har alldeles bakom den nedre magmunnen blindsäckar, s.k. pylorusbihang, vilka utgår från tunntarmen. Vissa fiskarter saknar dessa helt, medan andra har flertalet av dem. Pylorusbihanget ger en större absorptionsyta och kan delvis kompensera en lång tarm (Rust, 2002).

Vissa malar (catfish) föredrar animalisk föda, men har en god kapacitet att tillgodogöra sig en vegetabilisk kost. Tilapia äter i naturen främst växter och detrius, men i fångenskap äter den gärna foder av animaliskt ursprung och sjuka eller svagare fiskar. Båda dessa fisktyper har en säckformad magsäck, saknar pylorusbihang och har en lång tarm, i övrigt är anatomin lik karnivora fiskars. Karpar saknar helt magsäck men har istället en väldigt lång tarm (Rust, 2002).



Figur 1. Schematisk bild över olika digestionssystem. (a) Euryphagous[†] carnivor fisk med en y-formad magsäck och ett kort tarmsystem (ex. laxfiskar, torskfiskar, svärdfisk och hällefundra). (b) Euryphagous[†] omnivor fisk som främst äter animalisk föda med en säckformad magsäck (ex. tilapia och vissa malar ((catfish)). (c) Euryphagous[†] omnivor fisk som föredrar vegetabilisk föda. Magsäck saknas helt (ex. karp och guldfisk). (d) Stenophagous[‡] planktivor fisk som har en tubformad magsäck och muskelmage (mjölkfisk) ((Rust, 2002).

[†]Djur som äter flera typer av föda.

[‡]Djur som endast äter en eller ett fåtal typer av föda.

De näringsmässiga kraven hos regnbågslax (tabell 1) är i dagsläget inte helt utredda. I vissa fall har man kunnat konstatera att ett behov finns av ett visst näringsämne men inte i vilken mängd. I flera fall finns det ett samspel mellan olika näringsämnen. Takeuchi *et al.* (1978) fann att om fettnivån höjdes från 15 till 20 % kunde proteinnivån sänkas från 48 till 35 % utan att få en försämrade tillväxt. Vissa av värdena i tabell 1 får betraktas som rekommenderade nivåer för en optimal tillväxt under vissas specifika förhållanden.

Tabell 1. Näringsbehov för regnbågslax (NRC, 1993)

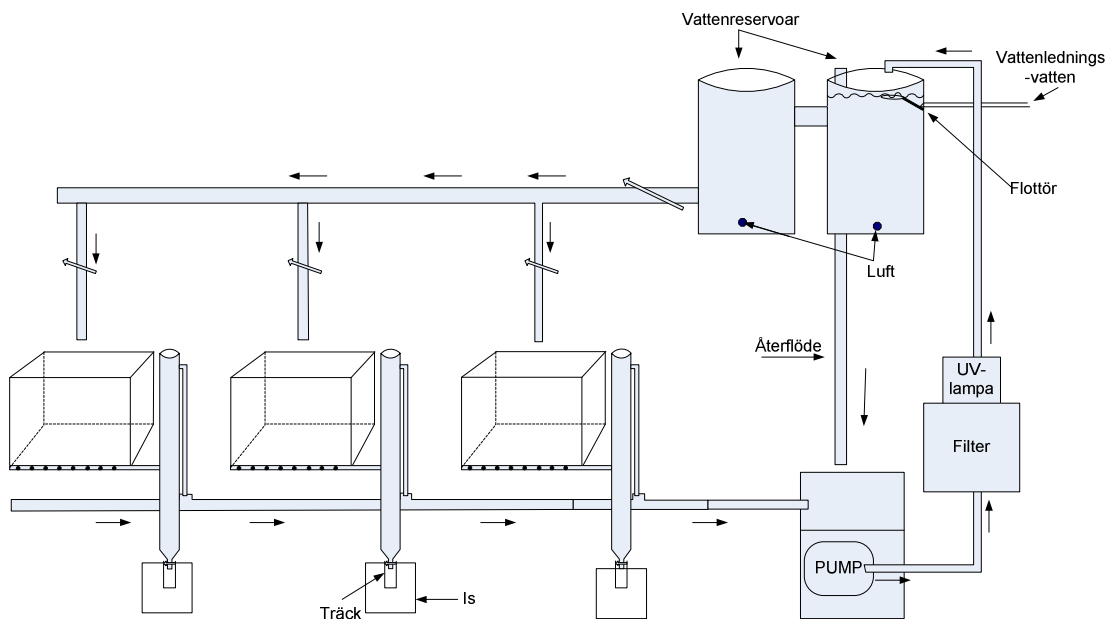
Näringsämne	Rekommendation (ts-basis)
Fett (% av diet)	20
Linolensyra (% av diet)	0,8-1
Kolhydrat (% av diet)	0
Protein (% av diet)	40
Arginin (% av diet)	1,2-2,8
Lysin (% av diet)	1,3-2,9
Metionon (% av diet)	1,0-0,5
Tryptofan (% av diet)	0,3-0,6
Smältbar energi (MJ/kg)	15,1-17,2
Smältbar energi/smältbart protein (kg/MJ)	2,2-2,4

Material och metoder

Fiskar och inhysning

I försöket användes regnbågslax från Vilstena fiskodling, Altuna. Totalt ingick 132 fiskar fördelade på 12 stycken akvarier med 11 fiskar i varje akvarium. Den genomsnittliga vikten per akvarium vid försökets början var $77,6 \pm 1,0$ g, fiskarna var då cirka sex månader gamla. Efter sex veckors utfodring reducerades fiskantalet till sju stycken fiskar per akvarium.

Fiskarna förvarades i polyetenakvarium (backar) om 70 l (60*40*30 cm) med ett fullständigt recirkulerande vattensystem (figur 2). Akvarierna var placerade i två rader med en huvudledning med invatten till varje rad som kunde regleras. Vattenflödet till akvarierna var 4 l/min och kunde justeras separat. Returvattnet samlades upp i en sump där pumpen var placerad (Aqua Interiör, Superflow 18000). Vattnet pumpades till ett biofilter (Aqua Interiör, Cyclon 6000 UV) innehållande en ultraviolet lampa om 9 watt och vidare till en vattenreservoar. Till vattenreservoaren var en nivåvakt ansluten samt en luftpump (Aqua Interös, Airset 540) inkopplad för att öka syresättningen av vattnet. Syrenivån mättes regelbundet i akvarierna och höll en relativt konstant nivå på 6,8 mg/l. Vattnet höll en temperatur om 15°C, och ljusperioden var 13 timmar per dygn. Endast befintlig takbelysning användes.



Figur 2. Schematisk bild över det recirkulerande vattensystemet. Med utgång från vattenreservoaren flödar vattnet med självtryck ut till de 12 försöksakvarierna. Utlopp av vatten från akvarierna sker från botten via perforerade rör (25 mm diameter). I toppen av uppsamlingskolonnen finns ett breddavlopp där vattnet rinner tillbaka till sumpen för återcirkulering.

Foder

Ett kontrollfoder och tre försöksfoder tillverkades med olika inblandningar av frystorkad drank; 10, 31 och 51 % av torrsubstansen (ts) (tabell 2). Kontrollfodret innehöll ingen drank men högre inblandning vetekli för att få en likvärdig fiberhalt som i resterande foderblandningar, vilka benämns låg (10 %), mellan (31 %) och hög (51 %) beroende på andel inblandad drank. Fiskmjöl och drank analyserades med avseende på aska, växtfiber (NDF), råprotein och utvalda aminosyror (tabell 3).

Fodringredienserna blandades i foderblandare och blöttes sedan upp med vatten (330 g vatten/kg foder) och blandades med hushållsassistent (Hugin, Titanium assistent) till en homogen massa. Därefter maldes fodermassan i en köttkvarn (Nima maskinteknik AB, Sverige, MR9-TC22) med ett 4,5 mm såll för att få fodret i strängar. Fodret torkades 12 timmar (45°C) och hackades för hand med ett rakblad till cirka 0,5 cm långa bitar (Webster *et al.*, 1991). Därefter torkades pelleten i ytterligare 12 timmar (45°C) och förvarades vid -20° fram till försökets början. Som smältbarhetsmarkör används titaniumdioxid (3 g/kg torrsubstans föda).

Tabell 2. Ingredienser i försöksfodren till regnbåge (g/kg ts), samt analyserat innehåll av aska, råprotein, råfett, NDF och Bruttoenergi .

Ingredient (g/kg ts)	Foder			
	Kontroll	Låg	Mellan	Hög
Drank	0	102	312	509
Fiskmjöl	498	468	415	326
Fiskolja	132	132	135	132
Vetekli	336	264	104	0
Vitamin/mineral premix [†]	10	10	10	10
Titanium dioxid	3	3	3	3
Karboxymetylcellulosa	20	20	21	20
Analyserat innehåll				
Aska (g/kg ts)	81	77	72	69
Råprotein (g/kg ts)	428	420	438	427
Råfett (g/kg ts)	195	204	208	197
NDF (g/kg ts)	11,5	11,3	10,9	13,9
Bruttoenergi (MJ/kg ts)	27,4	28,3	23,2	20,5
Beräknat innehåll				
Bruttoenergi (MJ/kg ts)	23,0	23,2	23,4	23,2

[†] Vitamin/mineral premix (mg/kg ts): vitamin A (som acetate), 8000 UI/kg ts; vitamin D3 (som cholecalciferol), 2000 UI/kg ts; vitamin C (som askorbinsyra), 100; vitamin E (som di- α -tocoferyl-acetate), 100; vitamin K (som menadione Na-bisulfite), 10; vitamin B12 (som cyanokobalamin), 0,02; vitamin B1 (som thiamine hydrochloride), 15; vitamin B2 (som riboflavin), 25; vitamin B6 (som pyridoxine hydroklorid), 15; folsyra, 10; biotin, 1; inositol, 300; niacinamid, 100; pantonensyra (som kalcium pantotenat), 50; kolin (som kolinklorid), 1000; mangansulfat (MnSO₄), 20; kalciumjodid (CaI), 0,6; kopparsulfat (CuSO₄), 5; koboltsulfat (CoSO₄), 0,4; magnesiumsulfat (MgSO₄), 500; zinksulfat (ZnSO₄), 30; järnsulfat (FeSO₄), 40; kaliumklorid (KCl), 1000; natriumklorid (NaCl), 400.

Fiskarna utfodrades två gånger per dygn med i genomsnitt 1,36 g foder per fisk och utfodringstillfälle. Vid försökets början uppvisade fiskarna mättnadskänslor vid denna utfodringsmängd. Efter sex veckor ökades fodermängden till i genomsnitt 1,43 g foder per fisk och utfodringstillfälle.

Tabell 3. Sammansättning för fiskmjöl och drank (g/kg ts).

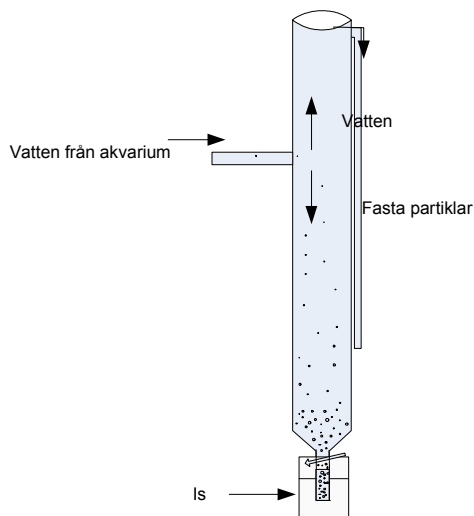
	Fiskmjöl	Drank
Aska	140	44
NDF	0	88
Råprotein	720	356
Essentiella aminosyror [†]		
Arginin	37,1	-
Histidin	20,4	-
Isoleucin	32,1	-
Leucin	52,5	-
Lysin	51,7	10,2
Metionin	19,6	5,5
Fenylalanin	26,5	-
Treonin	29,3	11,2
Valin	40,7	-
Icke essentiella aminosyror [†]		
Alanin	43,1	-
Cystin	6,6	8,5
Asparaginsyra	60,7	-
Glycin	42,8	-
Glutaminsyra	88,7	-
Prolin	28,1	-
Serin	26,9	-

[†]Thiessen *et al.*, 2004

Försöksutförande

Fiskarna utfodrades med kontroll- och försöksfoder i totalt åtta veckor. Uppsamling av faeces startade under den andra veckan, efter att fiskarna vant sig vid fodret under den första veckan. Fyra olika dieter testades med tre upprepningar för varje diet. Dessa slumpades ut över försöksakvarierna. Mätning av fiskarnas tillväxt utfördes från vecka ett, och fortsatte åtta veckor framåt med två veckors intervall. Vid vägning sövdes djuren med MS 222 (etyl 3-aminobenzoat metansulfonat) [50 mg/l vatten], löst i buffert (Polakof *et al.*, 2007).

Faeces avskildes genom ett modifierat Guelph system (Cho & Slinger, 1979; Hajen *et al.*, 1993) som baseras på viktseparation i en kolonn (figur 3). Faeces samlades i iskylda 50 ml plaströr (Sarstedt). Uppsamling skedde två gånger per dygn, klockan 8.30 och 16.00. Efter att faeces samlats utfodrades fiskarna och faeces och foderrester avlägsnades från akvariet och uppsamlingskolonnen innan nästa uppsamlingsperiod startade. Faecesproverna centrifugerades i 20 minuter och 5000*g (Hermle, Z 513K), vattnet dekanterades av och faeces förvarades fryst (-18°C) fram till analys.



Figur 3. Uppsamlingskolonn. Faeces och andra fasta partiklar dedimenteras och samlas upp i plaströr placerade på is. Vattnet rinner över i breddavloppet i toppen av kolonnen tillbaka till sumpen.

Analysmetoder och beräkningar

Försöksdietera och uppsamlad träck frystorkades (Edwards High Vacuum, England) och maldes (Hammarkvarn KAMAS Slagy 200, 1 mm såll) innan analys. Torrsubstans bestämdes genom torkning i 103°C i 16 h och avsvälning i exsickator innan vägning. Aska bestämdes genom förbränning i 550°C i 3 h och avsvälning i exsickator innan vägning. Titanium dioxid analyserades enligt Short *et al.* (1996) på 0,1 g invägt faecesprov och 0,35 g invägt foderprov. Bruttoenergiinnehåll bestämdes med bombkalorimetri (Gallenkampf & Co. Ltd., England). Innehållet av råprotein bestämdes med Kjeldahl analys ($N \times 6,25$) (Nordic committee on food analysis, 1976), och utfördes med Kjeltac Auto 1030 Analyser (Tecator AB, Höganäs, Sverige). Råfett bestämdes enligt Official Journal of the European Communities (1984). Hydrolys utfördes med Soxtec System 1047 Hydrolysing Unit (FOSS Analytical A/S, Hilleröd, Danmark), och extraktion utfördes med Soxtec System HT 1043 Extraction Unit (FOSS Analytical A/S). Innehållet av fiber (NDF) bestämdes enligt Chai & Udén (1998)..

Beräkningar av fodrets bruttoenergi gjordes enligt McDonald *et al.* (2002). Energivärden för kolhydrater uppskattas till 17,5 MJ/kg ts, protein till 23,6 MJ/kg ts och fett till 39,3 MJ/kg ts. För beräkning av smältbarhetskoefficienter (SMBK) användes ekvationen:

$$\text{SMBK} = 1 - \left(\frac{\text{Markör}_{\text{foder}} \times \text{Näringsämne}_{\text{faeces}}}{\text{Markör}_{\text{faeces}} \times \text{Näringsämne}_{\text{foder}}} \right)$$

Markör_{foder} och Markör_{faeces} representerar markörens koncentration i fodret och faeces. Näringsämne_{faeces} och Näringsämne_{foder} representerar näringsämnet (exempel råprotein

eller råfett) i faeces och fodret. Bureau & Hua (2006) förespråkar en annan matematisk formel vid uträkning av en viss foderingsrediens smältbarhet hos fisk:

$$\text{SMBK}_{\text{försöksingrediens}} = \text{SMBK}_{\text{testdiet}} + \left[(\text{SMBK}_{\text{testdiet}} - \text{SMBK}_{\text{referensdiet}}) \times \left(\frac{0,7 \times D_{\text{referensdiet}}^{\dagger}}{0,3 \times D_{\text{testdiet}}^{\ddagger}} \right) \right]$$

[†]D_{referensdiet} = % näringsämne (eller kJ/g bruttoenergi) i referensdieten.

[‡]D_{testdiet} = % näringsämne (eller kJ/g bruttoenergi) i testdieten.

Den formeln har inte använts till uträkningarna i detta försök då den formel Bureau & Hua (2006) förespråkar grundar sig i att man har en referensdiet som man blandar i en viss mängd av en testingrediens för att få försöksfoder A, vid försöksfoder B byts testingrediensen ut mot en annan och så vidare. Försöksdieter i den aktuella studien tillverkades med tanken att få så isogena foder som möjligt då vi ville utesluta en effekt av fiberhalten.

Statistisk

All bearbetning av data är gjord i Statistical Analysis System (SAS 2002-2003, version 9.1) enligt generell linjär modell. Data har behandlats som medelvärde per akvarium och har testats för normalfördelning. Resultaten presenteras som least-square means med standard error of difference (s.e.d.) och signifikansvärde.

Resultat

Alla fiskar var friska under försöket. Pelleteringssystemet verkar ha fungerat tillfredsställande då fodret åts med stor aptit. De något osymmetriska pelleten tycktes inte störa fiskarnas aptit. Inhysningssystemet har fungerat bra med undantag att filtret var underdimensionerat och fick rengöras oftare (flera gånger/vecka) än vad som kan förväntas. Uppsamlingsystemet har fungerat mycket bra och plaströren vari träcken samlades var ofta maximalt fyllda med träck.

Smältbarheten för organisk substans, torrsbstans och NDF uppvisade inga skillnader mellan kontroll- eller försöksdieter (tabell 4). Smältbarheten för råprotein var högre för kontroll- och lågdieter (> 900 g/kg ts) än för högdieten (P < 0,01). För mellandieten påvisades signifikant skillnad från övriga dieter för smältbarheten av råprotein. Smältbarheten för fett var likartad för dieter kontroll, låg och mellan (> 830 g/kg ts) men var lägre för högdieten (P < 0,05). Smältbarheten av energi uppvisar signifikanta avvikelser mellan dieter kontroll och hög samt låg och hög (P < 0,001); mellan och hög samt mellan och låg (P < 0,05).

Tabell 4. Skenbara smältbarhetskoefficienter för näringsämnen hos regnbåglax som utfodrades med kontrolldiet och tre olika försöksdieter innehållande olika mängd (102, 312 och 509 g/kg ts) inblandning av drank, samt fodrens energi/protein kvot.

	Diet				s.e.d. †	P-värde
	Kontroll	Låg	Mellan	Hög		
Råprotein	0,91 ^a	0,91 ^a	0,89 ^{ab}	0,86 ^b	0,013	0,022
Fett	0,84 ^a	0,84 ^a	0,83 ^a	0,72 ^b	0,032	0,017
Organisk substans	0,67	0,69	0,69	0,68	0,032	0,915
NDF	0,02	0,02	-0,07	0,17	0,086	0,115
Torrsubstans	0,67	0,68	0,69	0,68	0,031	0,933
Energi	0,76 ^{ab}	0,77 ^b	0,71 ^a	0,63 ^c	0,026	0,002
Smältbar energi/smältbart protein (kg/MJ)	1,9	1,8	2,4	2,8		

^{a,b,c} Olika bokstäver i en rad indikerar statistisk signifikans ($P < 0,05$).

† Standard error of difference.

Den initiala medelvikten för alla grupper visade ingen signifikant skillnad (tabell 5). Alla grupper har fått lika stor mängd foder. Slutvikterna uppvisade signifikanta skillnader mellan kontrollgruppen och de tre försöksdieter (P < 0,01). Mellangruppen uppvisar signifikanta skillnader mot de fiskar som utfodrats med lågdieten. Viktökningen och foderomvandlingen visar samma signifikanta skillnader mellan grupperna som slutvikterna. Grupperna som utfodrats med försöksdieter har signifikant bättre proteinutnyttjande än de som givits kontrolldieten (P < 0,01), men ingen signifikant skillnad finns mellan behandlingarna med försöksdieter.

Tabell 5. Medelvikt, viktökning, foderomvandlingsförmåga och proteinutnyttjande hos regnbågslax som utfodrades med kontrolldiet och tre olika försöksdieter innehållande olika mängd (102, 312 och 509 g/kg ts) inblandning av drank.

	Diet				s.e.d [†]	P-värde
	Kontroll	Låg	Mellan	Hög		
Medelvikt (g)						
Start	77,0	78,0	77,4	78,2	0,855	0,464
Slut	215,4 ^a	228,7 ^b	238,5 ^c	231,7 ^{bc}	3,481	0,001
Viktökning (g/dag)	2,4 ^a	2,6 ^b	2,7 ^c	2,6 ^{bc}	0,042	0,001
Foderomvandlingsförmåga (g foder/g tillväxt)	1,2 ^a	1,1 ^b	1,0 ^c	1,1 ^{bc}	0,026	0,001
Proteinutnyttjande (g tillväxt/g protein intag)	2,0 ^a	2,2 ^b	2,2 ^b	2,2 ^b	0,050	0,003

^{a,b,c} Olika bokstäver i en rad indikerar statistisk signifikans ($P < 0,05$).

[†] Standard error of difference.

Diskussion

Det finns endast ett fåtal studier gjorda på drank som foder till fisk (Webster *et al.*, 1991; Webster *et al.*, 1999; Tidwell *et al.*, 2000; Cheng *et al.*, 2003; Thiessen *et al.*, 2003; Cheng & Hardy, 2004; Lim *et al.*, 2007; Zhou *et al.*, 2008). I ett försök (Webster *et al.*, 1991) som genomfördes på den i USA frekvent odlade malen *Ictalurus punctatus* (am. ”Channel Catfish”), ersattes sojamjöl med drank. En diet med 35 % drank (ts) och en diet med 70 % (ts) drank plus 0,4 % kristallint l-lysin resulterade inte i några skillnader med avseende på tillväxt eller foderomvandlingsförmåga jämfört med en kontrollgrupp som fick ett foder utan drank. Utfodring med ett foder som innehöll 70 % drank men saknade tillsats av lysin resulterade i sämre tillväxt och foderomvandlingsförmåga ($P < 0,05$). I en senare studie av Webster *et al.* (1999) drogs slutsatsen att ett foder med sojamjöl, kött- och benmjöl samt drank ger likartad tillväxt som ett fiskmjölsbaserat foder. Tidewall *et al.* (2000) jämförde tillväxt, överlevnad och kroppssammansättning på *Niltilapia* (*Oreochromis niloticus*) som utfodrades med pelleterad respektive opelleterad drank. I den studien hade fiskarna som fått ett kommersiellt liknande fiskfoder, en lägre foderomvandlingsförmåga och högre tillväxt ($P < 0,05$). Tillväxten var högre hos de fiskar som fått pelleterad drank än de som fått den opelleterade dranken. Man fann dock ingen skillnad i kroppssammansättning hos fiskarna utfodrade med försöksdieter. Även om den kommersiella dieten resulterade i högst tillväxt, kan pelleterad drank ge den mest ekonomiska tillväxten. Detta förutsätter då situationer där optimal tillväxt inte är nödvändigt (Tidewall *et al.*, 2000). Ytterligare en studie gjord på *Niltilapia* (Lim *et al.*, 2007) där fiskens tillväxt, kroppskomposition och resistens mot bakterien *Streptococcus iniae* studerades. Hematologiska och immunologiska parametrar påverkades inte av

fodrets inblandning av drank. De fiskar som fått den högsta inblandningen av drank (40 % ts) hade en lägre tillväxt och sämre proteinutnyttjande ($P < 0,05$) än övriga grupper (0-, 10-, 20 % drank och 40 % drank + lysin). Den gruppen hade också en lägre proteinhalt i slaktkroppen vilket kan bero på ett de var mindre fiskar som hade mindre kött, och att försöksdieten hade en ofullständig aminosyraprofil med brist på lysin.

I det aktuella försöket har gruppen som fått mellandieten en högre daglig tillväxt än de fiskar som fått kontroll och lågdieten. Detta resultat skiljer något från en annan studie gjord på regnbågslax (Cheng & Hardy 2004), där inblandningen av drank var 0; 7,5; 15 och 22,5 % (ts) av dieten, och 7,5; 15 och 22,5 % drank (ts) plus tillsats av lysin och metionin. Fiskar som fick den högsta inblandningen drank (utan tillsats av aminosyror) hade en lägre tillväxt än de fiskar som utfodrats med kontroldieten. De övriga försöksdieter hade likartad tillväxt som kontroldieten. Denna skillnad skulle delvis kunna bero på att fiskarna från mellangruppen i den aktuella studien har fått en högre mängd fiskmjöl (415 g/kg) än försöket utförd av Cheng & Hardy (2004). I studien utförd av Cheng & Hardy (2004) innehöll fodret flera andra vegetabiliska proteinkällor som helt vete, sojammjöl och majs mjöl, vilket kan verka tillväxthämmande (Spinelli *et al.*, 1983; Dabrowski *et al.*, 1989; Olli *et al.*, 1994; Rumsey *et al.*, 1994).

Foderomvandlingsförmågan var högst hos kontrollgruppen (1,2 g foder/g tillväxt), och lägst hos gruppen som fått mellan dieten (1,0 g foder/g tillväxt). Dessa värden är nära det optimala och får anses mycket bra. Cheng & Hardy (2004) redovisar en något högre foderomvandlingsförmåga (1,11-1,35 g foder/g tillväxt), men även dessa är nära optimum vilket talar för att protein från drank leder till en mycket bra tillväxt. Att foderomvandlingsförmågan skiljer mellan olika studier kan bero på skillnader i råvarukvalitet eller att om dranken kommer från vete eller annan spannmål. Cheng & Hardy (2004) redovisar inte vilken drank som användes i försöket. Fiskarna fick *ad lib* utfodring i den studien, medan fiskarna i den aktuella studien utfodrades med en restriktiv giva. Hos landlevande enkelmagade djur kan ett högre foderintag leda till ökad passagetid, det skulle kunna vara så även hos regnbågslax. Detta skulle kunna leda till att en större mängd av fodret utnyttjas om det får en längre passagetid i tarmen jämfört när fiskarna äter mer vilket skulle kunna ge en snabbare passagetid av digestan. Det senare kan leda till en sämre smältbarhet då enzymerna i digestionskanalen får kortare tid på sig att verka, vilket vidare leder till ett något sämre foderutnyttjande.

En faktor som kan begränsa mängden inblandad drank i fiskfoder är dess aminosyraprofil, framförallt lysin och metionin som ofta är lägre i drank än i fiskmjöl. Flera studier (Webster *et al.*, 1991; Cheng *et al.*, 2003; Cheng & Hardy 2004; Lim *et al.*, 2007) rapporterar om ökad tillväxt och högre foderomvandlingsförmåga då lysin och metionin har tillsats foder innehållande drank, speciellt vid höga inblandningar drank. Resultaten från det genomförda försöket tyder inte på att det varit någon brist på aminosyror i försöksdieter då fiskarna som fått kontroldieten, där det förutsätts finnas adekvata mängder essentiella aminosyror, inte har haft en högre tillväxt eller foderomvandlingsförmåga än de andra grupperna. Möjligen kan aminosyraprofilen hos drank tillgodose regnbågslaxens aminosyrabehov bättre än fiskmjölets aminosyrasammansättning. Detta skulle kunna förklara den högre dagliga tillväxten och

lägre foderomvandlingsförmågan hos mellangruppen jämfört med kontrollgruppen. I dagsläget saknas fullständig aminosyraanalys hos dranken och regnbågslaxens fullständiga aminosyrabehov, vilket krävs för att dra vidare slutsatser.

En annan möjlighet är att energiinnehållet har varit tillväxtbegränsande, så att det inte har funnits tillräcklig mängd smältbar energi i förhållande till protein i fodren. Även detta verkar mindre troligt då fiskarna som fått dieten hög har tillgodogjort sig energin i mindre utsträckning än övriga grupper ($P < 0,05$), fast de har haft en högre daglig tillväxt än kontrollgruppen. Den rekommenderade protein/energi kvoten är 2,2-2,4 kg smältbart protein/MJ smältbar energi (NRC, 1993). Den aktuella studiens försöksfoder har värden mellan 1,8-2,8 kg smältbart protein/MJ smältbar energi. Högst tillväxt tycks 2,4 kg smältbart protein/MJ smältbar energi generera.

Smältbarhetskoefficienterna för protein var högre för kontroll- och låg- gruppen än för höggruppen, medan mellangruppen inte går att skilja från någon av de andra grupperna. Värdena ligger nära de som rapporterats från andra studier (smältbarhetskoefficienterna inom parentes): Thiessen *et al.* (2004) som testade rapsmjölkoncentrat, majs glutenmjöl och fiskmjöl (0,899; 0,911 och 0,896) och Thiessen *et al.* (2003) som testade råa, hela ärtor och råa skalade ärtor (0,909 och 0,914)). Cheng *et al.* (2004) testade torkad drav (biprodukt från bryggerier) och fick en smältbarhetskoefficient på 0,571.

Både protein och fett har en högre smältbarhet hos kontroll- låg- och mellangrupperna än hos höggruppen, den organiska substansen har dock smälts lika bra hos alla grupper. Trots detta har fiskarna som utfodrats med högdieten inte haft en lägre tillväxt, vilket tyder på att de har utnyttjat något annat i fodret. Tidewall *et al.* (2000) utfodrade Niletilapia med ren pelleterad drank med framgångsrikt resultat. Tilapia är dock en omnivor fisk som har andra fysiologiska förutsättningar än regnbågslax att smälta kolhydrater. Ytterligare en förklaring till att kontrollgruppen har en sämre viktökning, foderomvandlingsförmåga och proteinutnyttjande kan vara att den gruppen har den högsta inblandning vetekli, och att detta har verkat negativt på tillväxten. Vetekli tillsattes till dieterna kontroll, låg och mellan för att få likartad mängd fiber i de olika dieterna (tabell 1). Högt fiberinnehåll rapporteras ofta som negativt till karnivora fiskar (McCurdy & March, 1992; Mwachireya *et al.*, 1999). I den aktuella studien tillsattes vetekli då det var proteinutnyttjandet som ville studeras.

Drank verkar ha goda förutsättningar för att kunna ersätta fiskmjöl som proteinfodermedel. Även till karnivora fiskar som regnbågslax. Fler studier skulle behöva göras där ett mer kommersiellt liknade fiskfoder, innehållande drank, jämförs med ett vanligt kommersiellt fiskfoder. En närmare studie på fiberfraktionen hos drank, samt dess inverkan på tarmen hos regnbågslax skulle vara viktigt att genomföra. Även att studera regnbågslax, och andra karnivora fiskars eventuella fiberutnyttjande och hur det skulle kunna påverkas är av stor vikt för framtida forskning.

Abstract

The objective of the present study was to evaluate distillers' dried grains with solubles (DDGS) as a protein source to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), by studying digestibility and growth measurements. One control diet, totally lacking DDGS, and three test diets were made containing 10 % (low), 31% (medium) and 51 % (high) DDGS respectively on dry matter (DM) basis. The control diet and the test diets were made to be as nutritionally equal as possible. Wheat bran was used to balance the fiber content of the diets. The fish were fed a restricted diet two times a day.

Protein digestibility was higher for fishes fed control- and low diets (>900 g/kg DM) than for fishes fed high diet ($P < 0, 01$), the group fed medium diet didn't show any statistical differences. Fat digestibility were the same for control-, low- and medium diets (> 830 g/kg DM), but lower for fishes fed the high diet ($P < 0,05$). The control group had significantly lower final weight than fishes fed the test diets ($P < 0,01$), and the medium group had a significant higher final weight than the low group. The daily weight gain and feed conversion rate had the same differences between the groups as the final weight. Fishes fed the medium diet had the lowest feed conversion rate (1,0 g feed/g weight gain). The test diets had a better protein efficiency rate than the control diet.

The amino acid profile of DDGS, and other vegetable protein sources, might limit the amount which could be used in fish feed. In the present study it doesn't seem as the amino acid profile of DDGS have reduced the growth of the fishes since the group fed the medium diet had a higher daily weight gain and a lower feed conversion rate than fishes fed low- and control diets. A possible explanation to this is that the amino acid profile of DDGS better fits the amino acid requirement of rainbow trout the one of fish meal. The wheat bran which has been used in the feeds could have a negative affect on the growth of the fishes. DDGS seems to have a good potential to be used as a protein source in fish feed.

Referenser

- Adelizi. P. D, Rosati. R. R, Warner. K, Wu. Y. V, Muench. T. R, White. M. R, Brown. P. B (1998) Evaluation of fish-meal free diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Nutrition* 4: 255-262
- Bell. J. M (1993) Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. *Canadian Journal of Animal Science* 73: 679-697
- Bureau. D. P, Hua. K (2006) Letter to the Editor of *Aquaculture*. *Aquaculture* 252: 103-105
- Chai. W, Udén. P (1998) An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fibre. *Animal Feed Science and Technology* 74: 281-288
- Cheng. Z. J, Hardy. R. W (2004) Nutritional Value of Diets Containing Distiller's Dried Grain with Solubles for Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Applied Aquaculture* 15: 101-113
- Cheng. Z. J, Hardy. R. W, Blair. M (2003) Effects of supplementing methionine hydroxy analogue in soybean meal and distiller's dried grain based diets on the performance and nutrient retention of rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)]. *Aquaculture Research* 34: 1303-1310
- Cheng. Z. J, Hardy. R. W, Huige. N. J (2004) Apparent digestibility coefficients of nutrients in brewer's and rendered animal by-products for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)). *Aquaculture Research* 35: 1-9
- Cho CY, Slinger SJ (1979) Apparent digestibility measurements in feedstuffs for rainbow trout. In: Halver JE, Tiews K (eds) *Finfish nutrition and fishfeed technology*. Heenemann GmbH, Berlin, Tyskland, pp 239-247
- Dabrowski. K, Poczyczynski. P, Köck. G, Berger. B (1989) Effect of Partially or Totally Replacing Fish Meal Protein by Soybean on Growth, Food Utilization and Proteolytic Enzyme Activities in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). *New in Vivo Test for Exocrine Pancreatic Secretion*. *Aquaculture* 77: 29-49
- Edwards P (1985) Duck/fish integrated farming systems. In: Farrell D, Stapleton PJ (eds) *Duck production Science and World Practice*. University of New England, Armidale NSW, pp 267-291
- Edwards. P, Little. D. C (2003) Integrates livestock-fish farming systems. *Inland water resources and aquaculture and Animal production services* 1-2
- FAO. 2007. hemsida, <http://www.faoorden.se/start.asp?sida=8599>, 2007-03-21
- FAO. 2006a. The state of world fisheries and aquaculture. FAO, Rome, pp 3, 5
- FAO. 2006b. State of the world aquaculture. FAO, Rome. pp. 1, 127
- Fiskeriverket, hemsida. www.fiskeriverket.se, 2007-03-21.
- a. Vattenbruk;
<http://www.fiskeriverket.se/vanstermeny/vattenbruk.4.1e93312510e313daf128000109.html>
 - b. Miljöfrågor;
<http://www.fiskeriverket.se/vanstermeny/vattenbruk/miljofragor.4.7caf489b10f9f5cfaef8000617.html>

- Hajen. W. E, Higgs. D. A, Beames. R. M, Dosanjh. B. S (1993) Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water. 1. Validation of technique. *Aquaculture* 112: 321-332
- Kissil. G. W, Lupatsch. I, Higgs. D. A, Hardy. R. W (2000) Dietary substitution of soy and rapeseed protein concentrates for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization in gilthead seabram *Sparus aurata* L. *Aquaculture Research* 31: 295-601
- Lim. C, Garcia. J. C, Yildirim-Aksoy. M, Klesius. P. H, Shoemaker. C. A, Evans. J. J (2007) Growth Response and Resistance to *Streptococcus iniae* of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, Fed Diets Containing Distiller's Dried Grains with Solubles. *Journal of the World Aquaculture Society* 38: 231-237
- Losordo. M. L, Masser. M. P. M, Rakocy. J (1998) Recirculating aquaculture tank production systems. SRAC publication 451:
- McCurdy. S. M, March. B. E (1992) Processing of Canola Meal for Incorporation in Trout and Salmon Diets. *Journal of the American Oil Chemists Society* 693: 213-220
- McDonald. P, Edwards. R. A, Greenhalgh. J. F. D, Morgan. C. A (2002, 6th ed) *Animal Nutrition*. Ashford Colour Press Ltd, Gosport, England, pp 290
- Mwachireya. S. A, Beames. R. M, Higgs. D. A, Dosanjh. B. S (1999) Digestibility of canola protein products derived from the physical, enzymatic and chemical processing of commercial canola meal in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) held in fresh water. *Aquaculture Nutrition* 5: 73-82
- Naylor. R. L, Goldburg. R. J, Primavera. H. J, Kautsky. N, Beveridge. M. C. M, Clay. J, Folke. C, Lubchenco. J, Mooney. H, Troell. M (2000) Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405: 1017-1024
- Nordic committee on food analysis (1976) Nitrogen Determination in foods and feeds according to Kjeldahl, Nordic committee on food analysis, 3rd ed
- Official Journal of the European Communities (1984) Determination of crude oils and fat. Method B.
- Olli. J. J, Krogdahl. Å, van den Ingh. T. S. G. A. M, Brattås. L. E (1994) Nutritive Value of Four Soybean Products in Diets for Atlantic Salmon (*Salmo salar*, L.). *Acta Agriculture Scandinavica, Section A, Animal Science* 44: 50-60
- Oo. A. N, Satoh. S, Tsuchida. N (2007) Effect of replacements of fishmeal and fish oil on growth and dioxin contents of rainbow trout. *Fisheries Science* 73: 750-759
- Polakof. S, Míguez. J. M, Soengas. J. L (2007) Daily changes in parameters of energy metabolism in liver, white muscle, and gills of rainbow trout: Dependence on feeding. *Comp Biochem Physiol* 147: 363-374
- Rumsey. G. L (1993) Fish Meal and Alternate Sources of Protein in Fish Feeds Update 1993. *Fisheries* 18: 14-19
- Rumsey. G. L, Siwicki. A. K, Anderson. D. P, Bowser. P. R (1994) Effect of soybean protein on serological response, non-specific defense mechanisms, growth, and protein utilization in rainbow trout. *Vet Immunol Immunopathol* 41: 323-339
- Rust. M. B, (2002, 3rd ed) *Nutritional physiology*. In Halver. J. E, Hardy. R. W. (eds) *Fish nutrition*. Academic press, San Diego, USA, pp 396-370

- Short. F. J, Gorton. P, Wiseman. J, Boorman. K. N, (1995) Determination of titanium dioxide added as an inert marker in chicken digestibility studies. *Animal Feed Science Technology* 59: 215-222
- Spinelli. J, Houle. C. R, Wekell. J. C (1983) The effect of phytase on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdner*) fed purified diets containing varying quantities of calcium and magnesium. *Aquaculture* 30: 71-83
- Spinelli J, Mahnken C, Steinberg M (1979) Alternate sources of proteins for fish meal in salmoid diets. In: Halver EH, Tiews K (eds) *From Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*. Heenemann Verlagsgesellschaft GmbH & Co, Berlin, pp 131-142
- Thiessen. D. L, Campbell. G. L, Tyler. R. T (2003) Utilization of thin distillers' solubles as a palatability enhancer in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets containing canola meal or air-classified pea protein. *Aquaculture Nutrition* 9: 1-10
- Thiessen. D. L, Maenz. D. D, Newkirk. R. W, Classen. H. L, Drew. M. D (2004) Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition* 10: 379-388
- Tidwell. J. H, Coyle. S. D, Van Arnum. A, Weibel. C (2000) Growth, Survival, and Body Composition of Cage-Cultured Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* Fed Pelleted and Unpelleted Distillers grains with Solubles in Polyculture with Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of the World Aquaculture Society* 31: 627-631
- Tiews K, Koops H, Gropp J, Beck H (1979) Compilation of fish meal-free diets obtained in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) feeding experiments at Hamburg (1970-1977/78). In: Halver JE, Tiews K (eds) *From Proc. World Symp. on Finfish nutrition and fishfeed technology*. Heenemann Verlagsgesellschaft GmbH & Co, Berlin, pp 219-228
- Webster. C. D, Tidwell. J. H, Yancey. D. H (1991) Evaluation of distillers' grains with solubles as a protein source in diets for channel catfish. *Aquaculture* 96: 179-190
- Webster. C. D, Tiu. L. G, Morgan. A. M (1999) Effect of Partial and Total Replacement of Fish Meal on Growth and Body Composition of Sunshine Bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis* Fed Practical diets. *Journal of the World Aquaculture Society* 30: 443-453
- Zhou. Z, Ren. Z, Zeng. H, Yao. B (2008) Apparent digestibility of various feedstuffs for bluntnose black bream *Megalobrama amplycephala* Yih. *Aquaculture Nutrition* 14: 153-165

Nr	Titel och författare	År
247	Beteende och renhet hos kalvar på självrengörande golv Behaviour and cleanliness in dairy calves on selfcleaning floors Hanna Bannbers	2007
248	Utfodring och hälsa hos privatägda ridhästar Anna Henricson	2007
249	Alpacka – en utfodringsstudie i fält A field study on feeding of Alpacas in Sweden Pernilla Folkesson	2007
250	Torvströ till svenska mjölkkor Peat Litter to Swedish Dairy Cows Karin Andersson	2007
251	Gradvis avvänjning av smågrisar Therese Rehn	2007
252	Inverkan av utfodringsnivå och miljö på reproduktion och hållbarhet hos rekryteringskvigor Lisbeth Johansson	2007
253	Peas as feed for dairy cows David Galméus	2008
254	Glycerol till mjölkkor – effekter på våmmetabolismen Glycerol to dairy cows – effects on the rumen metabolism Karin Kullberg	2008
255	Use of different management routines in order to minimize heat stress in Murrah buffaloes in hot and humid climate Malin Langenfors	2008
256	Tre träningsmetoder för att vänja hästar vid ett skrämmande stimulus Three training methods for horses, habituation to a frightening stimulus Kristina Olsson	2008
257	Assesement of temperamental traits in four year old Swedish Warmblood horses Ylva Höög	2008
258	Diet related changes in the gastrointestinal microbiota of horses Annamaria Vörös	2008

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15 eller 30 högskolepoäng) samt större enskilda arbeten (15-30 högskolepoäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa samt tidigare arbeten kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

DISTRIBUTION:
Sveriges Lantbruksuniversitet

Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 UPPSALA
Tel. 018-67 28 17
