

Forsøk med proteinkonsentrat av ensilerte kategori 2 biprodukter fra oppdrettsfisk som fôr til blårev i vekstperioden

Øystein Ahlstrøm

Institutt for hus dyr og akvakulturvitenskap, Norges Universitet for Miljø- og Biovitenskap, pb 5003, N-1432 Ås, Norge.

Dato: 15.5.2015

Sammendrag

I Norge produseres det årlig omkring 40 000 tonn biprodukter fra oppdrettsnæringen som kommer i såkalt kategori 2 materiale (K2). Dette består hovedsakelig selvdød fisk som samles opp daglig og som konserveres med maursyre til ensilasje. Ensilasjen er et stabilt produkt som kan konsentreres til høyere proteinnivå ved fjerning av fett og inndamping. K2 produkter er tillat brukt som fôrråstoff til pelsdyr. Dette forsøket undersøkte et K2 konsentrat (SP K2) produsert av Scanbio Ingredients A/S som proteinkilde til blårev i vekstperioden fra august til pelsing i slutten av november. SP K2 inneholdt 49,4% tørrstoff, 5,3 % aske, 33,3 % råprotein, 7,2 % råfett og 3,6 % råkarbohydrater. Maursyre ble målt til 4,3 %, pH 4,0, og totalt flyktig nitrogen (TVN) til 4,3 %. Innholdet av biogene aminer (kadaverin, histamin, putrecin, tryptamin og tyramin) var høyere enn i de fleste andre proteinråvarene som ble brukt i fôrblendingene.

Forsøket ble gjort med 200 blårevvalper inndelt 5 grupper av 40 blårevvalper. SP K2 utgjorde 0, (kontroll) 3,5, 7 og 14 % av fôrblendingene. I tillegg var det en positiv kontrollgruppe med fiskemel som hovedproteinkilde. SP K2 erstattet andre syrekonserverte råvarer produsert av slakteribiprodukter i fôrblendingene. Kjemisk sammensetning, innhold av omsettelig og energifordeling i de fem fôrblendingene var stort sett lik, men med noe høyere andel av omsettelig energi fra fett (2-4 %) i kontrollfôrene enn i de tre SP K2 fôrene. Aminosyreprofilene i fôrblendingene var tilfredsstillende ifølge anbefalinger. Fôrblendingenes pH var i underkant av 5 og i 14% SP K2 fôret ble det tilsatt natriumbikarbonat for å unngå for lav pH som kan være for fôropptak. Maursyreinnholdet økte med økende innhold av SP K2 som vist i tabellen under.

Ved starten av forsøket var fôropptaket noe høyere for kontrollgruppen og 3,5 % SP K2 gruppen, siden jevnet det seg ut og fôropptaket var godt i samtlige grupper. Gruppene viste god tilvekst og oppnådde normale kroppsvekter ved pelsing. Men fra slutten av september viste begge kontrollene noe bedre tilvekst, og ved avslutning av forsøket dyrene i begge kontrollene tyngre, bortsett fra for tispene på 3,5 % SP K2. Forskjell i kroppsvekt bestod mest sannsynlig av kroppsfett. Siden de de kontrollfôrene hadde noe større andel av omsettelig energi fra fett kan det delvis forklare forskjellene i kroppsvekt da fett utnyttes mer effektivt til fettavleiring enn protein og karbohydrater. SP K2 14% viste noe lavere fôrforbruk som tydet på at smakeligheten var svakest for dette fôret. Man kan heller ikke utelukke at uregistrert fôrspill var høyere for 7 og 14 % SP K2 gruppene. Årsaken til redusert smakelighet på fôret kunne skyldes lavere pH og/eller høyere maursyreinnhold som økte med SP K2 innblandingen. Innholdet av biogene

aminer steg med økende innblanding av SP K2, men nivåene var ikke spesielt høye, og det var lite sannsynlig at nivåene påvirket fôropptak eller tilvekst.

På grunn av høyere kroppsvekt oppnådde kontrollene noe lengre skinn, men ikke signifikant, og skinnene i den positive kontrollen enn for SP K2 gruppene. Det ble ikke funnet forskjeller i tilvekst eller pelskvalitet mellom de tre nivåene av SP K2 som viser proteinkvaliteten var god.

Sentrale data fra fôranalyser, tilvekst og skinnparametre

| | Kontroll | 3,5 % SP K2 | 7,0 % SP K2 | 14,0 % SP K2 | Positiv kontroll |
|---|----------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| Antall dyr | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Omsettelig energi MJ/kg fôr | 7,53 | 7,40 | 7,49 | 7,40 | 7,78 |
| Energifordeling, %, protein, fett, karbohydrater | 28-52-20 | 29-48-23 | 28-49-23 | 28-50-22 | 27-52-21 |
| pH | 4,9 | 4,7 | 4,6 | 5,0* | 5,0 |
| Maursyre (%) | 0,50 | 0,60 | 0,75 | 0,98 | 0,50 |
| TVN, % | 2,5 | 2,1 | 2,4 | 2,9 | 2,5 |
| Sluttvekt, kg, hanner | 18,98 | 17,07 | 17,47 | 16,56 | 18,69 |
| Sluttvekt, kg, tisper | 15,97 | 15,30 | 14,73 | 14,68 | 16,77 |
| Tilvekst, g/kg fôr | 103 | 104 | 101 | 118 | 116 |
| Tilvekst, g/MJ | 13,9 | 13,9 | 13,7 | 15,2 | 15,3 |
| Skinnlengde, cm | 139,0 | 136,8 | 135,8 | 135,2 | 138,3 |
| Skinnvekt, g | 965 | 920 | 914 | 951 | 1024 |

*Nøytralisert med natriumbikarbonat

Det konkluderes med at et innblandingsnivå på 3,5 % SP-K2 kan anbefales brukt i fôr til blårev i vekstperioden, fra avvenning til pelsing. Noe redusert tilvekst hos hanner ved bruk av på 3,5 % SP-K2 antas å være tilfeldig, da 7 % og 14 % SP-K2 (med nøytralisering) ikke viste svakere resultat enn 3,5 % SP-K2. Skinnkvaliteten ble svært lik og tilfredsstillende for alle grupper.

Årsaker til svakere tilvekst for SP K2 gruppene i forhold til kontroll kan være;

- at fettinnholdet og energiinnholdet ble noen lavere enn i kontrollgruppene, og
- at 7 og 14 % SP K2 nivåene ikke ble akseptert like godt som de andre fôrene. Dette kan ha ført til lavere fôropptak og/eller mer uregistrert fôrspill.

Maursyrekonsentrasjonen i SP-K2 var to ganger høyere ved pH 4 sammenlignet med de andre syrekonserverte råvarene. For å unngå redusert smak og fôropptak bør dette hensyn tas ved fôrkomponering.

Forsøk med proteinkonsentrat av ensilerte kategori 2 biprodukter fra oppdrettsfisk som fôr til blårev i vekstperioden

Øystein Ahlstrøm

Institutt for hus dyr og akvakulturvitenskap, Norges Universitet for Miljø- og Biovitenskap, pb 5003, N-1432 Ås, Norge.

Dato: 15.5.2015

Bakgrunn

I biproduktforordningen, som setter krav til og begrensninger til håndtering, bearbeiding og bruk av animalske biprodukter, er kategori 2 materiale (K2) definert som biprodukter som ikke oppstår ved slakt eller foredling til humankonsum. Kategori 3 materiale (K3) som utgjør hoveddelen av biproduktene fra norsk fiskeoppdrett, er fra fisk som er slaktet for humankonsum. I norsk fiskeoppdrett er den største kilden for K2 selvdød fisk som dør i merdene daglig eller større mengder fisk som dør samtidig av ulike årsaker. I 2013 utgjorde K2 omkring 40 000 tonn eller omkring 3 % av norsk produksjon av oppdrettsfisk. Den døde fisken tas vare på ved at den samles opp, kvernes og konserveres med maursyre slik at pH i massen blir <4. Dette dreper mikroorganismer og gir et stabilt produkt som kan lagres over flere måneder. Syretilsetningen og naturlige proteaser vil hydrolysere proteinet til peptider og aminosyrer slik at massen blir homogen og flytende. Den syrekonserverte massen eller ensilasjen er utgangspunkt for å produsere et proteinkonsentrat (K2 konsentrat) hvor mesteparten av fett og en del av vannet er fjernet. Hygieniske krav til produktet er i tillegg varmebehandling ved 85 ° C i mer enn 25 minutter.

I motsetning til K3 biprodukter som stammer fra slaktet fisk for humankonsum og som kan brukes i fôr til matproduserende dyr unntatt fisk av samme art, kan K2 konsentrat kun brukes til ikke-matproduserende dyr som pelsdyr, men ikke kjæledyr. Pelsdyr er kjent for å utnytte lite prosesserte animalske fôrråvarer som ikke eller i liten grad kan brukes til matproduserende dyr, som slakteribiprodukter, fiskebiprodukter og kjøttbeinmel. I Norge er pelsdyrproduksjonen forholdsvis liten og forbruker omkring 60 000 tonn fôr pr år, mens Finland og Danmark er mye større med produksjoner på henholdsvis 450 000 tonn og 850 000 tonn årlig. Det er derfor større marked for norske produsenter av K2 konsentrat i Danmark og Finland enn i Norge.

Fiskeensilasje og konsentrert fiskeensilasje har blitt brukt i pelsdyrfôr i de nordiske landene siden 1980-tallet. Det er regnet som en god proteinråvare og kan utgjøre en stor del av fôret uten negativ effekt på fôropptak så lenge pH idet ferdige fôret ikke blir lavere enn omkring 5. Redusert pH i ferdigfôret vil også konservere fôret lengre og dempe vekst av mikroorganismer. Innblandingnivået av ensilasje vil også være avhengig av kjemisk innhold og hygienisk kvalitet av det råstoffet som brukes. I den forbindelse er det reist spørsmål om kvaliteten av råstoffet som brukes i K2 er tilfredsstillende siden den er laget av selvdød fisk hvor det er en risiko for at nedbryting av næringsstoffer allerede har startet. Ved mottak av ensilert 2 materiale foretas en kvalitetsvurdering på følgende parametere; pH, TVN, lukt og utseende. Resultatet av denne vurderingen bestemmer om ensilasjen kan benyttes til fôr- eller biogass produksjon. En dansk

studie med mink i vekstperioden fra avvenning til pelsing fra 2013 viste lavere pelsingsvekter når det ble brukt 8 og 12 % K2 konsentrat i fôret, mens 4% ikke viste forskjell fra kontrollfôret (Clausen et al. 2014). Det ble konkludert med at det var redusert smakelighet på fôret og dermed redusert fôropptak som var årsaken til svakere tilvekst og skinnsstørrelse. Pelskvalitet ble ikke påvirket.

Effekten av biogene aminer og toleransegrenser for biogene aminer hos pelsdyr er lite undersøkt og det gjøres heller ikke rutinemessige analyser for biogene aminer i råvarer som brukes i pelsdyrfôr. I et tidligere dansk forsøk med minkvalper er det vist at tilsetning av histamin i fôret førte til diaré og reduserte tilvekst med konsentrasjoner fra 118 til 847 ppm (Woller, 1978). Det finnes ingen tilsvarende undersøkelser med rev og effekter av biogene aminer som finnes naturlig i råvarer til pelsdyr er ikke undersøkt.

I Danmark produseres det bare mink, mens Finland er dominert av blårev i tillegg til mink og noe sølvrev. Fra tidligere forsøk med blårev, sølvrev og mink er det en tydelig tendens til at rev tolererer høyere nivåer av syrekonserverte råvarer enn mink (Skrede, 1989, Ahlstrøm & Skrede, 1991). I Finland brukes det mye maursyrekonserverte råvarer av slakteribiprodukter som pelsdyrfôr og K2 konsentrat vil derfor kunne være et aktuell råvare i et finsk blårevfôr.

Etter initiativ fra Scanbio Ingredients A/S som produserer K2 konsentrat ble det derfor bestemt å gjennomføre et forsøk med K2 konsentrat som proteinkilde til blårev i vekstperioden 2014. Forsøket ble finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond.

Materiale og metoder

K2 konsentrat

I forsøket ble det brukt marint protein konsentrat kategori 2 med handelsnavn ScanPro K2, heretter kalt SP K2, fra Scanbio Ingredients A/S, Bjugn, Norge. SP K2 var produsert av selvdød norsk oppdrettsfisk innsamlet i første halvdel av 2014. Etter oppsamling ble fisken umiddelbart oppmalt og konservert med maursyre tilsatt antioksidant til pH<4. Typisk kjemisk sammensetning for denne type ensilasje er: tørrstoff; 25-35 %, protein; 10-14%, fett; 12-18% og aske 3-4 %. Totalt flyktig nitrogen % (TVN) er <3,5 % og pH<3,8. SP K2 som ble brukt i forsøket ble i juni 2014 prosessert til konsentrert form ved;

- 1) Oppvarming til 40°C i tre døgn
- 2) Pasteurisering ved 85 °C i 25 minutter
- 3) Dekantering og separering av olje
- 4) Inndamping, og oppkonsentrering av protein

Etter prosessen hadde det SP K2 følgende kjemiske innhold: tørrstoff; 49,4%, protein; 33,3 %, fett, 7,2%, aske; 5,3%. TVN %; 4,3 og pH 4,0.

Fôrblandinger

SP K2 ble levert til pelsdyrfôrkjøkkenet Terjärv Frys AB, Terjäv, Finland som produserte fem fôrblandinger med stigende nivå av SP K2. Fordøyelig protein fra produktet ble planlagt til å

utgjøre 0, 10, 20 og 40 % av proteinet i blandingene. I tillegg ble det inkludert et positivt kontrollfôr med norskprodusert fiskemel som hovedproteinkilde. Protein fra SP K2 erstattet hovedsakelig protein fra syrekonserverte biprodukter fra fjørfe, gris og storfe i tillegg til en melblanding laget av hydrolysert fjørmel, blod- og soyamel. Kontrollfôret var satt sammen av råvarer som typisk ble brukt av det finske fôrkjøkkenet i vekstperioden fra avvenning til pelsing (august-november). Innholdet av omsettelig energi ble planlagt til 1850 kcal/kg med fordeling av omsettelig energi fra protein, fett og karbohydrater på henholdsvis 26, 58 og 16%. For å sikre mest mulig lik kjemisk sammensetning i blandingene ble det brukt et optimeringsprogram (AgroSoft) hvor tidligere verdier for kjemisk innhold av råvarene ble lagt til grunn. Sammensetning og planlagt kjemisk innhold i forsøksblandingene er vist i Tabell 1. Det ble produsert omkring 5000 kg av hver blanding. Fôret ble platefrosset (40 kg plater), lagt på paller og fraktet til forsøksfarmen og fryselaget (-20°).

Forsøksdyr og registreringer

Forsøket ble gjennomført på Luova forsøksfarm, Kannus, Finland fra 7.august til 24.november 2014 (110 dager). Forsøket ble gjennomført i henhold til finske forskrifter for forsøk med dyr. Det ble brukt 200 blårevvalper som var født i perioden 14.-21 mai. Kullene ble fordelt på 5 grupper av 40 (20 hanner og 20 tisper) slik at den genetiske sammensetningen ble lik i hver gruppe. Fôrforbruket ble registrert daglig på gruppebasis, men hvert bur med to dyr (en hann og en tise) fikk tildelt lik mengde. Fôret ble plassert på to steder på fôrbrettet slik at begge dyrene kunne spise samtidig. Det ble fôret en gang daglig etter appetitt. Fôrrester ble veid og registrert omkring 30 minutter etter fôrtildeling. Dyrene hadde fri tilgang på drikkevann gjennom et semi-automatisk vanningsystem (drikkenipler).

Kroppsvekt ble registrert 7. august (start), 2. september, 22.september, 13.oktober, 3.november og 24.november (pelsing).

Behandling av syke dyr ble registrert og eventuelle døde dyr ble obdusert hvis mulig.

Etter avlaving ble kroppslengden målt. Etter pelsing ble skinnene målt og veid og senere vurdert av en erfaren person og klassifisert i kvalitetsgradene Saga Royal (best), Saga og 1 (svakest). I tillegg ble lengden og vekten på skinnene registrert på forsøksfarmen og i et automatisert system (FoxGrade), som registrerte hårtetthet, dekkhårslengde, lengde på underpels, farge, og tekstur.

Tabell 1. Fôrsammensetning og planlagt kjemisk innhold i forsøksfôrblandingene (%)

| | Kontroll | 3,5 % SP K2 | 7,0 % SP K2 | 14,0 % SP K2 | Positiv kontroll |
|---------------------------|----------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| SP K2 | - | 3,5 | 7,0 | 14,0 | - |
| Fjørfebiprodukt, ensilert | 12,0 | 10,0 | 9,0 | 7,0 | 9,0 |
| Svinebiprodukt, ensilert | 12,0 | 10,0 | 9,0 | 7,0 | 9,0 |
| Storfebiprodukt, ensilert | 12,0 | 10,0 | 9,0 | 7,0 | 9,0 |
| Pelsdyrskrotter, ensilert | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 7,3 | 9,0 |
| Strømming | 5,0 | 10,0 | 9,4 | 6,6 | 9,4 |
| Torskeavskjær | 4,1 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Proteinmelblanding* | 6,8 | 5,0 | 3,9 | 2,4 | 3,9 |
| Fiskemel | - | - | - | - | 3,4 |
| Revefett | 4,45 | 4,8 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |

| | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| Soyaolje | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 1,0 | 0,3 |
| Kokt korngrøt | 12,3 | 13,0 | 13,0 | 12,7 | 13,0 |
| Varmebehandlet bygg | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 |
| Betefiber | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| L-metionin | 0,1 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | 0,04 |
| Vitamin/mineralblanding | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Vann | 7,0 | 6,9 | 7,5 | 11,9 | 11,0 |
| | | | | | |
| Tørrstoff | 45,3 | 44,7 | 44,9 | 44,5 | 44,5 |
| Aske | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Protein | 13,7 | 13,5 | 13,4 | 13,4 | 13,4 |
| Fett | 12,5 | 12,4 | 12,3 | 12,3 | 12,3 |
| Karbohydrater | 16,7 | 16,4 | 16,7 | 16,3 | 16,3 |
| Omsettelig energi, kcal/kg | 1850 | 1850 | 1850 | 1850 | 1850 |
| Energifordeling, % fra protein, fett og karbohydrat | 26-58-16 | 26-58-16 | 26-58-16 | 26-58-16 | 26-58-16 |

*61 % hydrolysert fjærmel, 25 % soyamel, 13 % hemoglobinmel, 1 % syre

Kjemiske analyser av fôrblandinger og råvarer

Analyser av råvarer og fôrblandinger ble gjort ved Fin Fur Lab AB, Vasa, Finland etter standard metoder for laboratoriet. SP K2 og de ensilerte proteinråvarene; fjørfebiprodukter, svinebiprodukter, storfeprodukter og pelsdyrskrotter, samt torskeavskjær ble analysert for kjemisk innhold, pH, maursyreinnhold, fettkvalitet, TVN %, biogene aminer og hygienisk kvalitet. Karbohydrater ble beregnet ved differanse; karbohydrater= tørrstoff-(råaske+råprotein+råfett). De ferdige fôrblandingene ble analysert for de samme parameterne i tillegg til aminosyrer. For å beregne innhold av omsettelig energi i blandingene ble fordøyelighetsfaktorer på 82, 90 og 60 % brukt for henholdsvis for protein, fett og karbohydrater. I energiberegningen ble disse faktorene brukt: 4,5 kcal /g fordøyelig protein, 9,5 kcal/g fordøyelig fett, 4,2 kcal/g karbohydrat.

Statistikk

Variansanalyse ble brukt for å bestemme forskjeller mellom fôrtypene. I modellen var fôrtype eneste variabel. Signifikansnivå ble satt til $P < 0,05$.

Resultater

Analysert kjemisk innhold i fôrblandinger og råvarer

Kjemisk analyse av de fem blandingene viste stort sett god overenstemmelse med planlagt innhold (Tabell 2). Men energiinnholdet ble generelt noe lavere enn planlagt på grunn av lavere fettinnhold, bortsett fra for den positive kontrollen. Det noe lavere fettinnholdet påvirket også energifordelingen slik at omsettelig energi fra protein og karbohydrater ble litt høyere og fett noe lavere enn planlagt. De to kontrollene pekte seg ut med noe høyere fettinnhold, men ellers var de

fem forsøksfôrene relativt like i sammensetning på våt basis og i tørrstoffet. Med analyserte verdier utgjorde proteinandelen fra SP K2 noe lavere andel i forsøksfôrblendingene enn planlagt; henholdsvis 8,3, 17,1 og 34,8 % av råproteinet for 3,5, 7,0 og 14,0 % innblanding av SP K2.

Tabell 2. Analysert kjemisk innhold i forsøksfôrblendingene og i tørrstoff (%) og beregnet innhold av omsettelig energi og energifordeling

| | Kontroll | 3,5 % SP K2 | 7,0 % SP K2 | 14,0 % SP K2 | Positiv kontroll |
|--|----------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| Tørrstoff | 44,3 | 42,7 | 43,0 | 42,6 | 43,9 |
| Råaske | 3,3 | 3,0 | 3,0 | 3,2 | 3,4 |
| Råprotein | 13,8 | 14,0 | 13,6 | 13,4 | 13,7 |
| Råfett | 11,0 | 10,0 | 10,3 | 10,3 | 11,3 |
| Råkarbohydrater | 16,2 | 15,7 | 16,1 | 15,7 | 15,5 |
| Omsettelig energi, Mcal/kg | 1,80 | 1,77 | 1,79 | 1,77 | 1,86 |
| Omsettelig energi, MJ/kg | 7,53 | 7,40 | 7,49 | 7,40 | 7,78 |
| Energifordeling, % fra protein, fett og karbohydrat | 28-52-20 | 29-48-23 | 28-49-23 | 28-50-22 | 27-52-21 |
| <u>Per kg tørrstoff</u> | | | | | |
| Råaske | 7,4 | 7,0 | 7,0 | 7,5 | 7,7 |
| Råprotein | 31,1 | 32,8 | 31,6 | 31,5 | 31,2 |
| Råfett | 24,8 | 23,4 | 24,0 | 24,2 | 25,7 |
| Råkarbohydrater | 36,7 | 36,8 | 37,4 | 36,8 | 35,4 |
| Omsettelig energi, Mcal | 4,06 | 4,15 | 4,16 | 4,15 | 4,24 |
| Omsettelig energi, MJ | 17,0 | 17,4 | 17,4 | 17,4 | 17,7 |

Innholdet av aminosyrer viste kun små forskjeller mellom fôrblendingene og var i god overenstemmelse med råproteininnholdet (Tabell 3). Innholdet av metionin, som regnes som den mest begrensede aminosyren for blårev, var på samme nivå i de fem blandingene. Cystein, som utgjør omkring 16 % av protein i hår og derfor er viktig for pelsdannelsen, sank med økende innhold av SP K2. Blant de ikke-essensielle aminosyrene viste hydroksyprolin, som er typisk for protein fra bindevev, synkende innhold med økende innblanding av SP K2 og tyder på en lav andel bindevevsprotein.

Tabell 3. Aminosyreinnhold, g/kg i forsøksfôrblendingene

| | Kontroll | 3,5 % SP K2 | 7,0 % SP K2 | 14,0 % SP K2 | Positiv kontroll |
|--------------------------------|----------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| Essensielle aminosyrer (EA) | | | | | |
| Arginin | 9,25 | 8,03 | 8,44 | 7,64 | 8,43 |
| Histidin | 2,97 | 3,00 | 3,00 | 3,12 | 2,97 |
| Isoleusin | 4,67 | 4,58 | 4,62 | 5,06 | 4,77 |
| Leusin | 10,50 | 9,82 | 9,78 | 10,00 | 10,10 |
| Lysin | 7,52 | 7,74 | 7,81 | 8,33 | 8,14 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Metionin | 2,66 | 2,55 | 2,56 | 2,57 | 2,69 |
| Fenylalanin | 6,36 | 5,83 | 5,88 | 6,09 | 6,01 |
| Treonin | 5,93 | 5,21 | 5,74 | 5,84 | 5,82 |
| Valin | 7,79 | 7,22 | 7,22 | 7,28 | 7,30 |
| Sum EA | 57,65 | 53,98 | 55,05 | 55,93 | 56,23 |
| Ikke essensielle aminosyrer (IEA) | | | | | |
| Alanin | 9,34 | 8,15 | 9,15 | 7,93 | 8,82 |
| Asparaginsyre | 11,20 | 10,50 | 11,10 | 10,90 | 11,20 |
| Cystein | 2,49 | 2,06 | 1,95 | 1,63 | 2,08 |
| Glutaminsyre | 18,90 | 17,10 | 19,00 | 18,60 | 19,00 |
| Glysin | 14,70 | 11,40 | 13,80 | 9,42 | 11,80 |
| Hydroksyprolin | 4,36 | 2,95 | 3,69 | 1,32 | 3,05 |
| Prolin | 11,70 | 9,60 | 10,30 | 8,27 | 9,51 |
| Serin | 8,63 | 7,29 | 7,25 | 7,08 | 7,19 |
| Tyrosin | 3,58 | 3,44 | 3,36 | 3,77 | 3,66 |
| Sum IEA | 84,90 | 72,49 | 79,60 | 68,92 | 75,71 |
| | | | | | |
| Totale aminosyrer | 142,55 | 126,47 | 134,65 | 124,85 | 131,94 |

Hygienisk kvalitet, pH, maursyre, fettkvalitet, TVN (%) og biogene aminer i fôrblandingene

Verdier for pH ble målt til 4,6 -5,0 i alle blandingene (Tabell 4). Siden pH ble lavere med økende innblanding av SP K2 ble det bestemt under produksjonen at blandingen med 14 % SP K2 skulle tilsettes Na-bikarbonat for å nøytralisere noe av syren for å unngå spisevegning. Dette er grunnen til at 14% blandingen hadde pH 5 og ikke lavere slik man kunne forvente. Uten nøytralisering av denne blandingen hadde pH havnet omkring 4,4 som er svært lavt. Innholdet av maursyre økte også med innblandingsnivået av SP K2. I forhold til de andre syrekonserverte råvarene var maursyreinnholdet dobbelt så høyt i konsentratet (Vedlegg 1). Årsaken til denne forskjellen er at det skjer en konsentrering av maursyre ved at vann avdampes og fett fjernes under produksjonen.

Innholdet av frie fettsyrer var lavt i alle fôrtypene, mens peroksidtall varierte og sank med økende innblanding av SP K2. Ut fra råvarenes peroksidtall kan man se at nivået i SP K2 var svært lavt sammenlignet med de andre analyserte råvarene (Vedlegg 1) og slik sett stemmer nivåene i de ferdige blandingene godt med det man kunne forvente.

Tabell 3. Analyser av pH, maursyre (% g/kg tørrstoff), frie fettsyrer (% av fett), peroksidtall (mekv O₂/kg fett) TVN %, biogene aminer (mg/kg) og hygienisk kvalitet i forsøksfôrblandingene

| | Kontroll | 3,5 % SP K2 | 7,0 % SP K2 | 14,0 % SP K2 | Positiv kontroll |
|----------------|----------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| pH | 4,9 | 4,7 | 4,6 | 5,0 | 5,0 |
| Maursyre: % | 0,50 | 0,60 | 0,75 | 0,98 | 0,50 |
| g/kg tørrstoff | 11,3 | 14,1 | 17,4 | 23,0 | 11,4 |

| | | | | | |
|----------------|----|----|----|---|----|
| Frie fettsyrer | 9 | 9 | 11 | 8 | 9 |
| Peroksidtall | 93 | 66 | 17 | 6 | 93 |

TVN %

| | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| 2-Fenyletylamin | <1 | 2,41 | 5,06 | 6,39 | <1 |
| Spermin | 11,1 | 11,2 | 10,2 | 8,41 | 11,8 |
| Kadaverin | 54,0 | 69,5 | 84,9 | 107 | 53,3 |
| Histamin | 5,28 | 8,60 | 12,1 | 14,2 | 5,67 |
| Putrecin | 39,1 | 47,1 | 53,6 | 63,7 | 32,0 |
| Spermidin | 12,6 | 12,9 | 12,5 | 11,6 | 11,5 |
| Tryptamin | <5 | <5 | 6,07 | 16,1 | <5 |
| Tyramin | 22,6 | 35,8 | 67,4 | 96,4 | 19,4 |

Mikroorganismer

Antall/g

| | | | | | |
|---------------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Totalkim | 350 000 | 100 000 | 80 000 | 91 000 | <10 000 |
| Enterokokker | <1 000 | 3 000 | < 1 000 | < 1000 | 1 000 |
| Koliforme | <1 000 | < 1000 | < 1000 | < 1000 | <1 000 |
| Hemolyserende | 12 000 | 7 000 | 5 000 | 4 000 | 4 000 |
| Anaerobe sulfitt Reduserende | 8 000 | 7 600 | 11 000 | 7 600 | 20 000 |

TVN % som viser innholdet av ikke-aminosyre nitrogen, var lavt og svært likt for alle fôrtypene. Dette gjenspeiler nivåene som ble analysert i råvarene (Vedlegg 1,2). For innholdet av biogene aminer var det imidlertid en klar økning i fôrblendingene med økende innhold av SP K2 (Tabell 3). Samlet innhold av biogene aminer i SP K2 var betydelig høyere enn i alle de andre råvarer, bortsett fra ensilerte reveskrotter (Vedlegg 1, 2). Spesielt nivåene av kadaverin, histamin, putrecin, tryptamin og tyramin var høyere i SP K2. Sammenlignet med fiskemel, proteinmel og ensilerte reveskrotter var enkelte av de biogene aminene på samme nivå eller høyere enn SP K2 konsentratet, men i forhold proteininnholdet (mg/100g råprotein), viste K2 konsentratet stort sett de høyeste nivåene (Vedlegg 1,2).

Den hygieniske kvalitet var god og det ble kun funnet mindre forskjeller mellom fôrtypene (Tabell 3). Anbefalte maksimumsnivåer for de målte mikrobiologiske parametrene i finsk pelsdyrfôr pr g er 2 million for totalkim, 10 000 for enterokokker, koliforme og anaerobe sulfitt reduserende bakterier og 20 tusen for hemolyserende bakterier.

Tilvekst og fôrforbruk

Forsøket ble gjennomført uten problemer og dyrene viste god tilvekst i samtlige grupper og alle individene oppnådde normale kroppsvekter. I starten av forsøket spiste dyrene i kontrollgruppen og 3,5 % SP K2 opp sin fôrrasjon raskere enn de øvrige tre gruppene. Dette tyder på at smakeligheten var best for disse to fôrtypene. Den generelle helsetilstanden var god. Et dyr døde i positiv kontrollgruppen i september. Dyret kunne ikke obduseres og dødsårsak er derfor ukjent.

Det ble ikke registrert store forskjeller i fôrforbruket i den første perioden eller under forsøket som helhet. Men dyrene i de tre gruppene som fikk SP K2 hadde allerede ved første veging i september signifikant svakere tilvekst enn de to kontrollgruppene både for hanner og tisper (Tabell 4), bortsett fra for tispene i 3,5 % SP K2. Denne forskjellen mellom kontrollgruppene og SP K2 gruppene økt gjennom hele forsøksperioden. Grunnen til forskjellene i tilvekst skyldtes i liten grad fôrforbruket som var relativt likt for alle gruppene (Tabell 5), men dyrene som fikk 14% K2 hadde likevel det laveste fôrforbruket noe som tyder på at smakeligheten var svakest for dette fôret. Man kan heller ikke utelukke at uregistrert fôrspill var høyere for 7 og 14 % SP K2 gruppene siden dyrene brukte mer tid på å spise fôrrasjonene. Den positive kontrollgruppen hadde høyest energioptak, 7,30 MJ/dag, mens det var lavest for SP K2 14 % gruppen med 6,78 MJ/dag. Forskjeller i energioptak kan forklare noe av kroppsvektforskjellene mellom disse to gruppene. De øvrige gruppene viste energioptak på i overkant av 7,0 MJ/dag (Tabell 5).

Tabell 4. Kroppsvekter for hanner og tisper (kg)

| | Kontroll | 3,5 % SP K2 | 7,0 % SP K2 | 14,0 % SP K2 | Positiv kontroll | P-verdi | Standard feil |
|---------------|----------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|---------|------------------|
| Hanner | | | | | | | |
| 7.august | 5,45 | 5,23 | 5,29 | 5,36 | 5,32 | 0,62 | 0,10 |
| 1.september | 8,20 | 7,83 | 8,07 | 8,02 | 8,33 | 0,09 | 0,13 |
| 22.september | 11,12a | 10,28b | 10,50b | 10,41b | 11,07a | 0,004 | 0,19 |
| 13.oktober | 14,04a | 12,78b | 13,20b | 12,98b | 14,04a | 0,001 | 0,27 |
| 11.november | 17,20a | 15,49b | 15,90b | 15,26b | 16,91a | 0,0001 | 0,36 |
| 24.november | 18,98a | 17,07b | 17,47b | 16,56b | 18,69a | 0,0002 | 0,42 |
| Tisper | | | | | | | |
| 7.august | 4,95 | 4,87 | 4,82 | 4,87 | 5,00 | 0,64 | 0,09 |
| 1.september | 7,47b | 7,24b | 7,13b | 7,35b | 7,88a | 0,0008 | 0,13 |
| 22.september | 9,87b | 9,49bc | 9,27c | 9,39bc | 10,49a | <0,0001 | 0,17 |
| 13.oktober | 12,23b | 11,71bc | 11,33c | 11,59c | 12,93a | <0,0001 | 0,21 |
| 11.november | 14,60b | 13,94bc | 13,52c | 13,64c | 15,38a | <0,0001 | 0,26 |
| 24.november | 15,97ab | 15,30bc | 14,73c | 14,68c | 16,77a | <0,0001 | 0,32 |

Tabell 5. Gjennomsnittlig periodevis fôrforbruk samlet for hanner og tisper (g/dyr/dag), totalt forbruk forsøksperioden (kg/dyr), tilvekst for hanner og tisper, g tilvekst per kg konsumert fôr og g tilvekst per Mcal og MJ omsettelig energi

| | Kontroll | 3,5 % SP K2 | 7,0 % SP K2 | 14,0 % SP K2 | Positiv kontroll |
|--------------------------|------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| 7.aug-1.sept | 818 | 823 | 812 | 795 | 812 |
| 2.sept-22.sept | 976 | 978 | 951 | 939 | 940 |
| 23.sept-13.okt | 1052 | 1048 | 1050 | 1035 | 1031 |
| 14.okt-3.nov | 1095 | 1097 | 1081 | 1049 | 1078 |
| 3.nov-24.nov | 955 | 986 | 966 | 925 | 962 |
| Hele perioden | 974 | 988 | 973 | 950 | 974 |
| Forforbruk totalt | 106,1 | 107,7 | 106,1 | 103,6 | 106,1 |

| | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| kg/dyr | | | | | |
| MJ/dag | 7,07 | 7,05 | 7,03 | 6,78 | 7,30 |
| <u>Tilvekst</u> | | | | | |
| kg/dyr | 12,25 | 11,14 | 11,05 | 10,51 | 12,57 |
| g/kg fôr | 116 | 103 | 104 | 101 | 118 |
| g/MJ | 15,3 | 13,9 | 13,9 | 13,7 | 15,2 |

Kroppslengder og skinnvurdering

Dyrene oppnådde lik kroppslengde (Tabell 6) og skinnlengde selv om det var en tendens til at skinnene fra SP K2 gruppene var kortere ($P=0,12$). For skinnvekt skilte den positive kontrollen seg ut med tyngre skinn som er en samlet effekt av lengre skinn, tykkere lær og mer hår. SP K2 gruppene var like og hadde lettere skinn, men skilte seg ikke fra kontrollgruppen. Den positive kontrollen hadde også god hårtetthet som har bidratt til tyngre skinn. Men her var det små forskjeller mellom de andre gruppene og skinnene fra 14,0 % SP K2 gruppen. Dekkhår, underpelslengde, tekstur (dekkhår – underpelslengde) og farge viste ingen sikre forskjeller mellom gruppene.

Inndeling i lengdeklasser gjenspeilet den målte skinnlengden i cm. Kontrollgruppene hadde en større andel skinn i de lengste klassen 70 og 60 enn SP K2 gruppene. Innen SP K2 gruppene var det kun små forskjeller på fordelingen i lengdeklasser. Inndeling i kvalitetsklassen Saga Royal, Saga og Klasse 1 (svakest) viste kun mindre forskjeller mellom gruppene selv om det var en klar tendens til at den positive kontrollen kom best ut med færrest skinn i klasse 1 som var den svakeste kvaliteten (Tabell 6).

Tabell 6. Gjennomsnittlige kroppslengder og resultater av skinnvurdering samlet for hanner og tisper

| | Kontroll | 3,5 % K2 | 7,0 % K2 | 14,0 % K2 | Positiv kontroll | P-verdi | Standard Feil |
|---------------------|----------|-------------|-------------|--------------|---------------------|---------|------------------|
| Kroppslengde, cm | 74,0 | 73,8 | 73,3 | 74,0 | 74,5 | 0,53 | 0,48 |
| Skinnlengde, cm | 139,0 | 136,8 | 135,8 | 135,2 | 138,3 | 0,12 | 1,2 |
| Skinnvekt, g | 965ab | 920b | 914b | 951b | 1024a | 0,009 | 23 |
| Tetthet, score* | 64,2b | 63,6b | 63,6b | 64,8ab | 66,4a | 0,04 | 0,71 |
| Dekkhår, mm | 54,9 | 55,1 | 55,1 | 54,5 | 54,6 | 0,87 | 0,51 |
| Underpels, mm | 47,7 | 48,0 | 47,9 | 47,5 | 48,1 | 0,84 | 0,39 |
| Dekk-Und, mm | 7,2 | 7,1 | 7,2 | 7,0 | 6,5 | 0,35 | 0,32 |
| Farge, score** | 33,8 | 34,3 | 35,3 | 35,4 | 33,0 | 0,15 | 0,78 |
| % i lengdeklasse | | | | | | | |
| 70 >151cm | 2,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 60 >142 cm | 22,5 | 5 | 12,5 | 12,5 | 20,5 | | |
| 50 >133cm | 25 | 42,5 | 45 | 30 | 33,5 | | |
| 40 >124 cm | 47,5 | 42,5 | 32,5 | 40 | 41 | | |
| 30 >115 cm | 2,5 | 10 | 10 | 17,5 | 5 | | |
| % i kvalitetsklasse | | | | | | | |
| Saga Royal *** | 20 | 22,5 | 22,5 | 17,5 | 26 | | |
| Saga | 50 | 45 | 47,5 | 52,5 | 56 | | |

Diskusjon

I vekstperioden vil blårevvalpene være i sterk positiv energibalanse og deponere mye kroppsfett. Ved pelsing i slutten av november vil derfor en stor del av kroppsvekten bestå av fett. Det er derfor anbefalt å bruke mye fett i fôret i denne perioden for å få høy kroppsvekt som vil gi lengre skinn. Skinnlengden bestemmes av kroppslengden og kroppsvekten. Skinnlengden er den viktigste faktor for prisen på skinn.

I forsøket ble det lagt opp til å ha et høyt fettnivå, 58 % av OE, men lavere og varierende fettinnhold i de ensilerte råvarene av biprodukter fra fjørfe, storfe, svin, pelsdyr var trolig årsaken til at fettinnholdet og dermed energiinnholdet generelt ble noe lavere enn planlagt (Tabell 1). For blårev i vekstperioden etter avvenning er det vist at fett er mer effektivt for å produsere kroppsfett enn karbohydrater (Ahlstrøm & Skrede, 1995). I forsøket til Ahlstrøm & Skrede (1995) ble blårevvalpene omkring 3 % tyngre med samme OE opptak ved å øke fett: karbohydratforholdet på OE basis fra 50:20 til 55:15. I vårt forsøk ble fettinnholdet noe høyere i de to kontrollfôrene, særlig i den positive kontrollen, i forhold til SP K2 fôrblandingene og det kan delvis ha vært årsaken til at kontrollgruppene oppnådde høyere kroppsvekter.

Hovednæringsstoffene og deres fordøyelighet bestemmer fôrets OE innholdet og % fordelingen av OE fra protein, fett og karbohydrater. Fordøyelighet av fôrblandingene ble ikke undersøkt i forsøket. Men fordøyelighetsfaktorene som ble brukt, 82 % for protein, 90 % for fett og 60 % for karbohydrater var sannsynligvis nær de reelle verdiene i alle fôrblandingene. Utenom SP K2, hvor proteinfordøyeligheten har blitt bestemt til 86 %, var det øvrige råvarene stort sett like i blandingene, noe som taler for at fordøyeligheten av fett og karbohydrater var relativ lik for alle fôrtypene.

Hos blårev er det de svovelholdige aminosyrene man fokuserer mest på da metionin er den begrensende aminosyren i vekst- og pelsdanningsperioden (Dahlman et al. 2003). I perioden fram til 1.september er det anbefalt proteininnhold på 25-32 % av tørrstoffet og 0,4 g fordøyelig metionin eller 0,5 g fordøyelig metionin + cystein pr MJ (Dahlman et al. 2003). Fôrblandingene i vårt forsøk var innenfor proteinkravet, litt under kravet for fordøyelig metionin (0,34-0,35 g MJ), men godt innenfor kravet for metionin+cystein (0,56-0,68g /MJ). Aminosyrefordøyeligheten av fôrene i vårt forsøk ble ikke bestemt slik at verdiene for fordøyelig innhold av metionin og cystein vil være noe lavere enn angitt over. Innholdet av metionin og cystein i blandingene var derfor ganske nær nedre grense for det som anbefales. Konsentrasjonen av metionin + cystein var lavest for 7 og 14 % SP K2 blandingene, men begge var over nedre anbefalte grense. Måling av kroppslengder og pels- og skinn parameterne som typisk ville bli påvirket av svak tilførsel av svovelholdige aminosyrer var lik og uavhengig av SP K2 nivå (Tabell 6) og viste at aminosyretilførselen var tilfredsstillende for alle fôrblandingene.

Nedre anbefalte grense for pH i fôr til pelsdyr er satt 5,0 i vekstperioden for å sikre god smakelighet på fôret og høyt fôropptak. Men i forsøk med maursyrekonserverte råensilasjer av biprodukter fra laks (28 %) til blårev i vekstperioden er det vist at pH ned til 4,6 ikke reduserte tilvekst og fôropptaket var tilfredsstillende i forhold til et kontrollfôr med pH 6,5 (Ahlstrøm & Skrede, 1991). Den gang dette forsøket ble gjort tenkte man mest på fôrets pH og mindre på at også maursyrekoncentrasjonen i udissosiert form kunne påvirke smak og fôropptak. For SP K2 var maursyrekoncentrasjonen 4,3 %. I et finsk forsøk som vurderte effekten av folat-tilsetningen på nedbryting og omsetning av maursyre hos blårev konkluderte med at maursyrekoncentrasjonen i fôr til blårev ikke burde være høyere enn 20 g/kg tørrstoff for å sikre tilfredsstillende nedbrytingsgrad og dermed unngå mulige patologiske reaksjoner (Pölönen et al. 2000). Anbefaling ble basert på at man fant raskere nedbryting av maursyre i plasma hos blårev når man økte folsyre (vitamin B₉)-tilførselen i fôret. Folsyre er nødvendig for omsetning av en-karbon forbindelser som maursyre til format og videre til karbondioksid i kroppen. I vårt forsøk var maursyrekoncentrasjonene for de fem fôrtypene pr kg tørrstoff 11,3, 14,1, 17,4, 23,0 og 11,4 g for henholdsvis kontrollen, 3,5, 7, 14 % SP K2 og den positive kontrollen. Det betyr at for 14 % SP K2 gruppen var nivået av maursyre høyere enn det som ble anbefalt ut fra resultatene i det finske forsøket. Det var likevel ikke noe som tydet på at folsyre tilførselen var for lav i vårt forsøk, men den høye maursyrekoncentrasjonen kan ha bidratt til redusert smakelighet på fôret og til det noe lavere fôropptaket i 14% SP K2 gruppen.

Fettkvaliteten i blandingene ble evaluert ved hjelp av % frie fettsyrer og peroksidtall. Blant råvarene var det de de ensilerte reveskrottene og SP K2 som skilte seg ut med høye verdier for frie fettsyrer (Vedlegg 1, 2), mens strømming og ensilerte svinebiprodukter viste klart høyest verdier for peroksidtall. I de ferdige blandingene var det liten forskjell på innholdet av frie fettsyrer, mens innholdet av peroksider varierte mye og var høyest for kontrollgruppene. Peroksidtall er vanskelig å tolke fordi peroksider vil bli omdannet til andre oksidasjonsprodukter under oksidasjonsprosessen og peroksidtallet vil dermed etter hvert synke. Fettkvaliteten i fôrblendingene var tilfredsstillende og ingen av verdiene var så høye at en kunne forvente problemer med antioksidantbeskyttelse, redusert fettfordøyelighet eller smakelighet.

TVN % var lave og varierte mellom 2,1 til 2,9 %. Nitrogenet vil for eksempel komme fra ammoniakk som kan tyde på mikrobiell nedbryting av protein. For SP K2 vil syrekonserveringen også hydrolyserer proteinet til lavmolekylære enheter som peptider og frie aminosyrer og en må regne med en økning i TVN % på grunn av dette uten at proteinkvaliteten reduseres i særlig grad. De lave TVN nivåene i SP K2 og i fôrblendingene, samt aminosyreinnholdet i fôrblendingene tydet på at proteinkvalitet var tilfredsstillende.

Ved mikrobiell enzymnedbryting av aminosyrer får man dannet biogene aminer. Biogene aminer er definert som lavmolekylære basiske forbindelser med biologisk aktivitet og finnes naturlig i mikroorganismer, dyr og planter (Ladero et al. 2010). I råvarer og fôr er imidlertid biogene aminer også en indikator på hygienisk kvalitet fordi mikroorganismer omdanner aminosyrer til biogene aminer ved å fjerne en karboksylgruppe. Typiske biogene aminer som har blitt påvist i lagret fisk og fiskeprodukter er histamin, kadaverin, tyramin og putrecin (Haaland & Njaa, 1989). Det er kjent at inntak av høye nivåer av biogene aminer kan medføre negative

fysiologiske effekter (Ladero et al. 2010), og hos mink har man i forsøk vist at tilsetning av histamin i ulike nivåer, 118, 203, 677, 847 mg/kg i fôret førte til diaré og svakere tilvekst i forhold til kontroll (Woller, 1978). I et forsøk med rotter fant man ingen negativ effekt på tilvekst ved tilsetning av 1710 mg/kg kadaverin, 910 mg/kg putrecin, 510 mg/kg histamin og 910 mg/kg tyramin (Haaland & Njaa, 1989). De tilsatte nivåene svarte til omkring 25 % av aminosyreinnholdet som de respektive biogene aminene dannes fra. Ulike resultatene mellom dyrearter tyder på at toleranse for biogene aminer er forskjellig. Det er også foreslått at effekten av biogene aminer er avhengig av sammensetningen og at de enkelte biogene aminer kan eliminere eller forsterke den fysiologiske virkningen av hverandre (Haaland & Njaa, 1989, Prester, 2011).

Toleransegrenser for biogene aminer hos ulike dyreslag er ikke bestemt, heller ikke for blårev. Norsildmel, som er en salgsorganisasjon for fiskemel i Norge stiller krav til innhold av biogene aminer i sine produkter. Norseamink kvalitet fiskemel som er aktuell for pelsdyr skal ikke ha høyere innhold av kadaverin og histamin enn henholdsvis 1800 mg/kg og 500 mg/kg, tilsvarende 112 og 70 mg/ 100g råprotein. Innholdet i SP K2 i vårt forsøk var under disse nivåene, henholdsvis 320 mg kadaverin og 48 mg histamin/ kg som tilsvarte omkring 96 og 14 mg/100g råprotein (Vedlegg 1). SP K2, ensilerte reveskrotter, fiskemel og proteinmelet (Vedlegg 1,2), skilte seg ut med de høyeste nivåene av biogene aminer og tydet på at råvarene de var laget av hadde vært utsatt for mer omfattende biologisk nedbryting enn de øvrige undersøkte råvarene i forsøket (ensilerte svine- og storfeprodukter, torskeavskjær og strømming). Selv om innholdet av biogene aminer steg med økende nivå av SP K2 i blandingene var ikke nivåene særlig høye sammenlignet med forsøkene som er referert til ovenfor, og det er derfor ikke sannsynlig at innholdet av biogene aminer alene i SP K2 har spilt noen rolle i forhold til å forklare forskjellene i tilvekst i forsøket. For eksempel var det svært liten forskjell i innholdet av biogene aminer mellom kontrollfôrene og fôret med 3,5 % K2, men det ble likevel en signifikant bedre tilvekst for kontrollene som skulle tyde på at forskjeller som fôrets fettinnhold og smak var mer avgjørende.

I et dansk forsøk med K2 konsentrat til minkvalper i vekstperioden ble innholdet av kadaverin, histamin og tyramin bestemt til henholdsvis 831, 177 og 887 mg/kg, mens et K3 konsentrat (H-Pro) som ble undersøkt i det samme forsøket hadde verdier på henholdsvis 163, 14 og 145 mg/kg (Clausen et al. 2014). Forsøket konkluderte med at 4% av K2 konsentrat og 8% K3 konsentrat kunne brukes i denne perioden uten at tilvekst eller skinnstørrelse ble påvirket. Høyere nivåer av K2 konsentrat i slutten av vekstperioden med økning fra 4 % til 8% eller 12 % førte til dårligere fôropptak, svakere tilvekst og redusert skinnstørrelse. Skinnkvalitet ble imidlertid ikke påvirket. Det ble konkludert med at maursyreinnhold og lav pH var årsaken til dårlig fôropptak, mens innholdet av biogene aminer ikke direkte ble nevnt som en avgjørende faktor. Maursyreinnholdet var lavere enn i vårt forsøk, omkring 4,2, 6,4 og 10,2 g/kg tørrstoff for henholdsvis 4, 8 og 12 % K2 konsentrat tilsetning i fôret og med pH på henholdsvis 5,6, 5,1 og 4,8. Resultatene fra vårt forsøk var stort sett i samsvar med det danske selv om forsøksdesignet ikke var likt.

De mikrobiologiske analysene av fôrblendingene (Tabell 3) og råvarer (Vedlegg 1,2) viste lave og like verdier for samtlige parametere (Tabell 3, Vedlegg 1,2). Den hygieniske kvalitet kan derfor ikke ha påvirket resultatene i forsøket.

Konklusjoner

Et innblandingsnivå på 3,5 % SP-K2 kan anbefales brukt i fôr til blårev i vekstperioden, fra avvenning til pelsing. Noe redusert tilvekst hos hanner ved bruk av på 3,5 % SP-K2 antas å være tilfeldig, da 7 % og 14 % SP-K2 (med nøytralisering) ikke viste svakere resultat enn 3,5 % SP-K2. Skinnkvaliteten ble svært lik og tilfredsstillende for alle grupper.

Årsaker til svakere tilvekst for SP K2 gruppene i forhold til kontroll kan være;

- a) at fettinnholdet og energiinnholdet ble noen lavere enn i kontrollgruppene, og
- b) at 7 og 14 % SP K2 nivåene ikke ble akseptert like godt som de andre fôrene. Dette kan ha ført til lavere fôropptak og/eller mer uregistrert fôrspill.

Maursyrekonsentrasjonen i SP-K2 var to ganger høyere ved pH 4 sammenlignet med de andre syrekonserverte råvarene. For å unngå redusert smak og fôropptak bør dette hensyn tas ved fôrkomponering.

Referanser

Ahlstrøm, Ø., Skrede, A. 1991. Avfall fra fiskeoppdrett som pelsdyrfôr. NJF-seminar nr. 200, Esbo, Finland. 9 s.

Ahlstrøm, Ø., Skrede A. 1995. Fish oil as an energy source for blue foxes (*Alopex lagopus*) and mink (*Mustela vison*) in the growing-furring period. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 74, 146-156.

Dahlman, T., Vajala, J., Javala, T., Skrede, A. 2003. Growth and fur characteristics of blue foxes (*Alopex lagopus*) fed diets with different protein levels and with or without DL-methionine supplementation in the growing-furring period. Can. J. Anim. 83, 239-245.

Clausen, D., Damgaard, B.M., Clausen, T. 2014. Effekt av myresyrekonservert fiskeesilage på mink i vekstperioden. Kopenhagen Fur, Faglig Årsberetning 2014, 99-106.

Haaland, H, Njaa, L.R. 1989. Nitrogen balance and growth in young rats given the amines cadaverine, putrecine, histamine and tyramine in fish meal diets. Fisk. Dir. Skr., Ser. Ernæring, Vol 11, (7), 213-218.

Ladero, V., Calles, M., Fernandez, M. Alvarez, M.A. 2010. Toxicological effects of dietary biogenic amines. Current Nutrition & Food Science, (6), 145-156.

Prester, J. 2011. Biogenic amines in fish, fish products and shellfish: a review. Food and Additives Contaminants: Part A, 28 (11), 1547-1560.

Pölönen, I. 2000. Silage for fur animals. Preservation efficiency of formic acid and benzoic acid in the ensiling of slaughterhouse by-products and their subsequent metabolism in farmed fur animals. Ph-D thesis 50. University of Helsinki, Department of Animal Science.

Skrede, A. 1989. Forsøk med ensilert lakseslo til sølvrev, blårev og mink. Norsk Pelsdyrblad 63, (8), 14-15.

Woller, J. 1978. Histamin i minkfoder. Dansk Pelsdyravl, 41, 26-29.

Vedlegg 1. Kjemisk innhold (%), pH, maursyre (%), frie fettsyrer (% av fett), peroxidtall (mekv O₂/kg fett TVN %, biogene aminer (BA) (mg/kg og mg/100g råprotein) og hygienisk kvalitet i maursyrekonserverte råvarer

| | SP K2 | Svine biprodukt ensilert | Reveskrotter ensilert | Fjørfe biprodukt ensilert | Storfe biprodukt ensilert |
|--------------------------------|---------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Tørrstoff | 49,4 | 35,4 | 41,9 | 31,6 | 30,9 |
| Råaske | 5,3 | 10,5 | 4,3 | 2,9 | 2,3 |
| Råprotein | 33,3 | 14,5 | 17,5 | 15,9 | 9,6 |
| Råfett | 7,2 | 9,2 | 15,3 | 12,4 | 15,9 |
| Råkarbohydr. | 3,6 | 1,3 | 4,9 | 0,5 | 3,1 |
| pH | 4,0 | 4,5 | 4,4 | 4,3 | 4,0 |
| Maursyre | 4,30 | 1,41 | 1,77 | 2,05 | 1,22 |
| Frie fettsyrer | 13 | 4 | 25 | 4 | 4 |
| Peroksidtall | 1 | 42 | 7 | 12 | 7 |
| TVN % | 4,3 | 1,3 | 7,4 | 2,4 | 2,1 |
| BA mg/kg | | | | | |
| 2-Fenyletylamin | 72 | <1 | 16,6 | <1 | <1 |
| Spermin | 1,3 | 15,2 | 6,8 | 30,3 | 15,9 |
| Kadaverin | 320 | 2 | 403 | 1,0 | 5,8 |
| Histamin | 48 | 1,7 | 23,4 | 3,8 | 4,7 |
| Putrecin | 130 | 1,6 | 238 | 3,3 | 5,4 |
| Spermidin | 5,3 | 9,9 | 5,0 | 19,4 | 5,8 |
| Tryptamin | 30,6 | <5 | 18,4 | <5 | <5 |
| Tyramin | 831 | 3,22 | 213 | 4,9 | 6,1 |
| mg/100g protein | | | | | |
| 2-Fenyletylamin | 21,6 | <0,7 | 9,5 | <0,6 | <1,0 |
| Spermin | 0,4 | 10,5 | 3,9 | 19,1 | 16,6 |
| Kadaverin | 96,1 | 1,4 | 230,3 | 0,6 | 6,0 |
| Histamin | 14,4 | 1,2 | 13,4 | 2,4 | 4,9 |
| Putrecin | 39,0 | 1,1 | 136,0 | 2,1 | 5,6 |
| Spermidin | 1,6 | 6,8 | 2,9 | 12,2 | 6,0 |
| Tryptamin | 9,2 | <3,4 | 10,5 | <3,1 | <5,2 |
| Tyramin | 250 | 2,2 | 122 | 3,1 | 6,4 |
| Mikroorganismer | | | | | |
| Antall/g | | | | | |
| Totalkim | <10 000 | <10 000 | 50 000 | <10 000 | <10 000 |
| Enterokokker | <1000 | 1000 | <1000 | < 1000 | <1000 |
| Koliforme | <1000 | <1000 | <1000 | <1000 | <1000 |
| Hemolyserende | <1000 | 2000 | 8100 | 1000 | 24 000 |
| Anaerobe sulfittreduserende | 3 500 | 1500 | 1000 | <1000 | 15 000 |

Vedlegg 2. Kjemisk innhold (%), pH, frie fettsyrer (% av fett), peroxidtall (mekv O₂/kg fett TVN % og biogene aminer (BA) (mg/kg og mg/100g råprotein og hygienisk kvalitet i fryselaagrede og tørre proteinråvarer

| | Fiskemel | Torskeavskjær | Proteinmel* | Strømming |
|------------------------|----------|---------------|-------------|-----------|
| Tørrstoff | 91,2 | 19,5 | 92,8 | 21,6 |
| Aske | 12,7 | 3,8 | 6,4 | 1,8 |
| Råprotein | 68,4 | 14,2 | 74,8 | 14,3 |
| Råfett | 10,1 | 0,7 | 7,2 | 5,3 |
| Råkarbohydr. | - | 0,8 | 4,6 | 0,3 |
| pH | - | 7,0 | - | 6,7 |
| Frie fettsyrer | 16 | - | - | 4 |
| Peroxidtall | 3 | - | - | 117 |
| TVN % | 2,6 | 1,6 | 2,3 | 1,1 |
| BA mg/kg | | | | |
| 2 Fenyletylamin | 22,5 | 3,09 | 22,1 | <1 |
| Spermin | <1 | 1,59 | 11,1 | 4,89 |
| Kadaverin | 322 | <1 | 512 | <1 |
| Histamin | 5,36 | <1 | 100 | <1 |
| Putrecin | 133 | 6,85 | 355 | 9,27 |
| Spermidin | 1,30 | 2,68 | 26,2 | 9,24 |
| Tryptamin | <5 | <5 | 35 | 7,60 |
| Tyramin | 234 | <1 | 171 | <1 |
| mg/100g protein | | | | |
| 2 Fenyletylamin | 3,3 | 2,2 | 3,0 | <0,7 |
| Spermin | <0,1 | 1,1 | 1,5 | 3,4 |
| Kadaverin | 47,1 | <0,7 | 68,4 | <0,7 |
| Histamin | 0,8 | <0,7 | 13,4 | <0,7 |
| Putrecin | 19,4 | 4,8 | 47,5 | 6,5 |
| Spermidin | 0,2 | 1,9 | 3,5 | 6,5 |
| Tryptamin | <0,7 | <3,5 | 4,7 | 5,3 |
| Tyramin | 34,2 | <0,7 | 22,9 | <0,7 |
| Mikroorganismer | | | | |
| Antall/g | | <10 000 | | <10 000 |
| Enterokokker | | <1000 | | <1000 |
| Koliforme | | <1000 | | <1000 |
| Hemolyserende | | <1000 | | <1000 |
| Anaerobe | | <1000 | | <1000 |
| sulfittreduserende | | | | |

*61 % hydrolysert fjærmel, 25 % soyamel, 13 % hemoglobinmel, 1 % syre