

Rapport nr. 302/73

RUBIN-FÔRET

Tilsetting av vitaminer og mineraler



RAPPORT-TITTEL

RUBIN-FÔRET. Tilsetning av vitaminer og mineraler.

RAPPORTNUMMER	302/73	PROSJEKTNUMMER	302
UTGIVER	RUBIN	DATO	Desember 1997

UTFØRENDE INSTITUSJONER

AKVAFORSK

6600 Sunndalsøra

Tlf.: 71 69 98 00

Kontaktperson: Bjørn Bjerkeng

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Varmebehandling og lagring fører ofte til tap av vitaminer og næringsstoffer. Tørrfôr til fisk har vært gjennom en kraftig varmebehandlingsprosess (ekstrudering), og fôret blir gjerne lagret over flere måneder. Tap av disse næringsstoffene må kompenseres for gjennom tilsetning av tilstrekkelige mengder under produksjon for å dekke fiskens behov.

RUBIN-fôret er produsert av ferskt eller frossent fiskeråstoff, det blir ikke utsatt for varmebehandling under produksjon og det skal fôres ut forholdsvis raskt. Derfor var det naturlig å anta at tap av vitaminer og mineraler ville være mindre enn for tørrfôr og at man derfor kunne tilsette mindre for derved å spare kostnader. Basert på en litteraturgjennomgang og erfaringsmessige verdier for tilsetning av vitaminer og mineraler brukt ved Akvaforsk er det foretatt en vurdering av nødvendig tilsetning av slike stoffer til RUBIN-fôret.

Vitamin C er svært utsatt for oksidasjon og innholdet i fiskeråvarer vil variere med råstoffets ferskhetsgrad og lagringsbetingelser. Det anbefales derfor at tilsetningen av vitamin C ikke reduseres i forhold til tørrfôr. Vitaminet tilsettes som lagringsstabil askorbat polyfosfat.

Med unntak for tiamin (B₁), er ferske fiskeråvarer som benyttes i RUBIN-fôr rike på vitamin B. Tiamin blir imidlertid raskt brutt ned av enzymet tiaminase, som finnes i varierende grad i bl.a. torskefisk og sild. En anbefaler derfor ingen reduksjon av at tiamintilsatsen, mens for de andre B-vitaminene kan tilsetningen halveres.

De fettløselige vitaminene (A, D, E og K) er foreslått redusert med ca. 20%, mens for "makrovitaminene" cholin og inositol er foreslått en halvering.

Mineralene mangan, sink og kobber anbefales tilsatt som for tørrfôr, mens innholdet av selen, jod og jern i fiskeråvarer antas å være tilstrekkelige til å dekke behovet. Tilgjengeligheten av fosfor kan variere mye, og det kan være nødvendig med ekstra tilsats.

Stiftelsen RUBIN
Pirsenteret, Brattøra
7005 Trondheim

Telefon 73 51 82 15
Telefax 73 51 70 84

SAMMENDRAG

Denne rapporten presenterer anbefalinger om tilsats av vitaminer og mineraler til våtfôr til laksefisk. Anbefalingene er framkommet ved sammestilling av rapporterte data og erfaringsmessige verdier for tilsetning av vitaminer og mineraler brukt ved AKVAFORSK. Det er gjort en generell vurdering av behovstall, tap av vitamin- og mineralaktivitet ved prosessering og lagring som er sammestilt med rapporterte behovstall.

De fleste vitaminer er foreslått redusert med ca. 20% (basert på tørrstoffinnhold) i forhold til den blandeseddelen som blir brukt ved pelletering av fôr ved AKVAFORSK og som anbefales brukt i tørrfôr. Innholdet av de fleste B-vitaminer kan trolig reduseres med 50% i forhold til tørrfôr. Unntak er tiamin og vitamin C, som ikke bør reduseres. Tilsats av cholin og myoinositol er foreslått redusert med 50%, mens det anbefales å sette til en del fosfor.

For å sikre dekning av mineralbehovet bør mangan, sink og kopper tilsettes våtfôr. Fiskeråvarer inneholder nok selen, jod, og jern til å dekke behovet. Tilgjengeligheten av fosfor kan variere mye avhengig av kilde og det kan derfor være nødvendig med tilsetninger for at behovet skal dekkes.

Det understrekes at de konkrete anbefalingene som framkommer i denne rapporten er skjønnsmessige, og at mer eksakte behovstall for både vitaminer og mineraler må bestemmes etter analyser av råstoff, ferdigprodusert fôr, samt ved fôringsforsøk.

Emneord: Laksefisk, våtfôr, vitaminer, mineraler, astaxanthin, behov

Anbefalinger om tilsats av vitaminer og mineraler til våtfôr

Bjørn Bjerkeng, Ståle Refstie, Mette Sørensen og Erland Austreng, AKVAFORSK

INNHALDSFORTEGNELSE

<u>1. INNLEDNING</u>	<u>3</u>
<u>2. TAP AV AKTIVITET UNDER PROSESSERING OG LAGRING</u>	<u>5</u>
2.1. VITAMINER	7
2.2. LITT OM CAROTENOIDER	9
2.3. LITT OM MINERALER	10
<u>3. VITAMINBEHOV HOS LAKSEFISK</u>	<u>12</u>
<u>4. ANBEFALT TILSATS AV VITAMINER OG MINERALER TIL VÅTFÔR</u>	<u>14</u>
<u>5. REFERANSER</u>	<u>17</u>
<u>TABELLER</u>	<u>21-26</u>

1. INNLEDNING

Vitaminer er organiske forbindelser som er essensielle for biologiske prosesser i høyerestående organismer. Alle levende organismer trenger vitaminer for å overleve. Enkelte mikroorganismer kan produsere (biosyntetisere) alle vitaminene de trenger. Ikke alle organismer kan det, og er avhengige av å få dem tilført gjennom føden. De fleste dyr er avhengige av å få alle vitaminene gjennom føden, bortsett fra vitamin C (ascorbinsyre) som mange dyr er i stand til å produsere selv. Dette gjelder ikke laksefisk, som blant annet kan utvikle ryggdeformasjoner ved mangel på vitamin C (Frischknecht et al. 1994).

Opptak og tilgjengelighet av næringsmidler påvirkes av indre og ytre faktorer. Behovet for de ulike vitaminene er ikke konstant, men varierer mellom kjønn, gjennom livsløpet, samtidig som det kan være arvemessige forskjeller i utnyttelse. I tillegg varierer vitaminbehovet med fôrets sammensetning forøvrig (fett- og fiberinnhold), innhold av antivitaminer (tiaminase i skalldyr, sild) og enzym-inhibitorer, miljømessige forhold som f.eks. temperatur, veksthastighet, fôringshyppighet, og kan påvirkes av tarmflora og i det hele tatt i hvilken fysiologisk tilstand dyret generelt er i (Pietrzik et al., 1990). I tillegg er det observert synergistiske effekter, som f.eks. at opptaket av jern øker med innholdet av vitamin C.

Begrepet vitamin (nærings)-behov refererer normalt til den mengde av et stoff som skal til for å forhindre visse (mangel)-sykdommer. En liten oversikt over mangelsymptomer for vitaminer i fisk er gitt av Halver (1989; 1995) og Tacon (1992). Anbefalt mengde vitamin C i kosten til mennesker tar f. eks. utgangspunkt i den mengde som er tilstrekkelig for å forhindre skjørbuk. Det er imidlertid ikke sikkert at denne mengden gjenspeiler det optimale nivået. For vitamin C's vedkommende ligger antakelig det optimale nivået vesentlig høyere, idet vitamin C fungerer som antioksidant og som sådan har maksimal effekt ved høyere konsentrasjoner. Det betyr at det optimale nivået av et vitamin i føden kan være høyere enn den mengden som skal til for å hindre mangelsykdommer hos et dyr. Det finnes mye litteratur som omhandler vitamin C inntak og helse hos dyr. Kunnskap erhvervet de siste årene tyder på at mer optimale nivåer av vitamin C ligger betydelig høyere enn de som forhindrer for eksempel skjørbuk (Gershoff, 1993). Man bør derfor være oppmerksom på at begrepet næringsbehov kan gi et feilaktig inntrykk av at eksakte mengder av et næringsstoff trengs innenfor et gitt tidsrom, og at mengder utover dette er uten fysiologisk betydning (Hemilä, 1991).

Det å bestemme det optimale innhold av alle vitaminer i fôret til et dyr er imidlertid meget krevende. Dette forutsetter at alle de forhold som påvirker vitamin-utnyttelsen er kjent, og ikke minst at man kan måle optimal helse, kvalitet og vekst. Dette kan man sjelden, og derfor bruker man ofte den mengden som gir maksimal vekst under gitte betingelser som mål på den optimale mengden av et vitamin eller en annen fôrkomponent.

I tillegg til disse forhold kommer at behovet for vitaminer, og for den saks skyld mineraler, er påvirket av innholdet av andre vitaminer og mineraler. Det betyr at man ikke kan endre innholdet av en fôrkomponent uten samtidig å ta hensyn til tilgjengeligheten og behovet for de andre komponentene.

2. TAP AV AKTIVITET UNDER PROSESSERING OG LAGRING

Man kan generelt påregne at enhver behandling av et næringsmiddel eller -stoff fører til at en viss mengde går tapt. Tapet varierer imidlertid sterkt med hvilken komponent det er tale om. Hvis ikke det ferdige fôret inneholder tilstrekkelig av vitaminet eller næringsmiddelet til at man oppnår den ønskede virkningen, må man kompensere for dette ved å tilsette det som en ingrediens i fôrblandingen. Vitamintilsetning har også blitt mer og mer aktuelt i human ernæring (Walter, 1994). Sikkerhetsmarginer for vitaminformuleringer bør baseres på sammensetningen av vitamin-mineral-premix, forventet lagringstid, i tillegg til de miljøfaktorer (prosess, lagringsbetingelser etc.) som påvirker stabiliteten. Enhver produksjon eller enkelt prosessering av fôr eller andre varer kan kontrolleres med tanke på optimalisering av vitamininnhold, og i prinsippet en hvilken som helst målbar parameter, dersom det er ønskelig ut fra økonomiske eller andre kriterier.

Ved denne gjennomgangen vil det bli fokusert en del på tap av næringsstoffer gjennom ekstrudering som alternativ til andre former for mer konvensjonell varmebehandling, og i tillegg noen andre former for prosessstap. Ekstruderingsprosessen er en tøff prosess som medfører en rekke endringer i næringsstoffene, og kan undertiden føre til store tap av vitaminaktivitet. Ønsker man å ha et bestemt innhold av vitaminer eller et minstenivå av visse næringsstoffer betyr dette at man må ta høyde for slike tap når man produserer ekstrudert fiskefôr. Slike tap kan man ofte se bort fra ved bruk av mer tradisjonelle og skånsomme varmebehandlings- og framstillingsmåter for fôr, f.eks. produksjon av våtfôr. I tradisjonelle våtfôr kan det imidlertid forekomme andre tap av vitaminaktivitet, bl. a. forbundet med tiaminaseaktivitet i råstoffet. Tiaminase er et enzym i råstoff av bl.a. sild, som bryter ned vitaminet tiamin.

Tabell 1. Faktorer¹ som påvirker stabiliteten til ulike vitaminer og carotenoider (+ påvirker stabilitet; - påvirker stabilitet lite eller ingenting)

Vitamin	Varme	Lys	Oksygen	Vann	Surhet	Basisitet	Maksimalt prosessstap (%) ²
Fettløslige							
A	+	+	+	+	+	-	40
D	+	+	+		-	+	40
E	+	+	+		-	+	55
K	-	+	-		+	+	5-95 ^{2,5}
Vannløslige							
Tiamin, B ₁	+	-	+	+	-	+	80
Riboflavin, B ₂	-	+	-		-	+	75
Niacin	-	-	-	+	-	-	
Pyridoxin, B ₆	+	+					40
Pantotensyre	+	-	-	+	+	+	50
Kobalamin, B ₁₂	-	+	+		-	-	10
Biotin	+	-	-		+	+	60
Folinsyre	+	+	+		+	-	100
Askorbinsyre, (C)	+	+	+		-	+	100
Astaxanthin	+	+	+	+	+	+	25 ³
Canthaxanthin	+	+	+	+	+	-	82 ⁴

¹Tilpasset etter Camire et al. (1990); ²Pietrzik et al. (1990); ³Bjerkeng et al. (1997); ⁴Cheftel (1986); ⁵Haaland et al. (1993).

2.1. Vitaminer

Det er vanlig å dele inn vitaminer i to hovedklasser etter deres polaritet eller løselighet. De to klassene er henholdsvis fettløselige og vannløselige vitaminer. Denne inndelingen gir imidlertid ingen rettesnor med tanke på deres stabilitet under ulike betingelser. På grunn av deres ulike kjemiske strukturer, er vitaminene stabile under ulike betingelser ved varmebehandling. Varme, lys, oksygentilgang, vanninnhold, surhet og basisitet er de viktigste faktorene som påvirker stabiliteten til vitaminer og carotenoider i størst grad (Camire et al., 1990). I tabell 1 er det gitt en oppstilling av hvordan ulike betingelser påvirker stabiliteten til fettløslige og vannløslige vitaminer.

Vitamin C og tiamin (B_1), som er blant de minst stabile vitaminene, er de vitaminene som oftest står i fare for å komme i underskudd. Det vil derfor i første rekke bli fokusert på dem. Det finnes en del matematiske modeller for retensjon av vitaminer til bruk ved ulike typer prosesseringsteknologi av matvarer som blanchering, koking, hermetisering og dehydrering, men tilgjengeligheten av brukbare kinetiske data begrenser seg stort sett til askorbinsyre og tiamin (Ryley et al., 1990). Slike modeller har tradisjonelt hatt forholdsvis begrenset verdi fordi de forutsigelsene man kan gjøre ved hjelp av modellene ofte har vært beheftet med store feil. Labuza og Riboh (1982) fant således at ved å bruke tradisjonelle modeller basert på Arrhenius kinetikk for bestemmelse av tap av tiamin kunne feilen være fra 15-43% fra det man observerte. Feilen kan også være enda høyere avhengig av metode som brukes (Datta, 1993). Maksimale prosessstap for de ulike vitaminene i henhold til Pietrzik et al. (1990) er oppgitt i tabell 2.

Tap av vitaminer i fiskfôr skiller seg ikke prinsipielt fra tap i andre næringsmidler. Det foreligger noe litteratur som omhandler tap av vitaminer og ulike endringer i næringsmidler. Ekstrudering kan ha en rekke positive og en rekke negative følger for næringsemner. Som eksempler på førstnevnte er gunstig konsistens, økt fordøyelighet av soyaproteiner og fiber, modifisering av stivelse, samt inaktivering av enzymer, antivitaminer, giftige komponenter og mikroorganismer, m.m. Negative effekter er ødeleggelse av aminosyrer, vitaminer, og polyumettede fettsyrer, m.m. En oversikt over de ernæringsmessige effektene av ekstruderingskoking generelt er gitt hos Cheftel (1986), Asp og Björck, (1989), Camire et al. (1990) og

Killeit (1994). En rekke prosessvariable som f.eks. oppholdstid i ekstruderen, er bestemmende for kvaliteten på det ekstruderte produkt (Killeit, 1994). Den viktigste begrensning av oppholdstid i ekstruderen skjer ved økning av output og skruehastigheten (Gogoi og Yam, 1994). Det gjenstår imidlertid mye forskning før man forstår og kan kontrollere mange av de endringene som skjer ved ekstrudering (Kokini, 1993).

Det finnes få artikler som spesifikt omhandler tap av vitamin- og mineralaktivitet i ekstrudert fiskefôr. Med unntak for vitamin K₃, rapporterte imidlertid Haaland et al. (1993) tap av vitaminene A, K₃, B₁ (tiamin), folinsyre og B₆ (pyridoxin) i størrelsesorden 10-30% ved ekstrudering og tørking av tørrfôr til fisk, avhengig av temperaturen i ekstruderen. Gadiant og Fenster (1994) rapporterte tilsvarende tall for vitaminene E og B₂ (riboflavin). Etter tre måneders lagring var tapene i størrelsesorden 20-30% (tabell 2). Vitamin K₃ ble så godt som totalt inaktivert under ekstruderingsprosessen.

Tabell 2. Tap av astaxanthin og vitaminer (%) i tørrfôr til laksefisk ved ekstrudering og tørking, og etter tre måneders lagring.

Forbindelse	Ekstrudering og tørking	Tre måneders lagring
Astaxanthin ¹	10-15	20-30
Vitamin A ^{1,2}	0-15	15-20
Vitamin E ¹	0-15	-
Vitamin K ₃ ¹	90	95
Tiamin (B ₁) ¹	15-30	20-30
Riboflavin (B ₂) ²	0-10	-
Folinsyre ¹	10-20	20-30
Pyridoxin (B ₆) ¹	0-20	5-25
B-vitaminer generelt ^{1,2}	10-30	20-30

¹Etter Haaland et al. (1993); ²Etter Gadiant og Fenster (1994).

En stor del vitamin C går tapt ved vanlig koking av matvarer (Hurrell, 1989), hvor retensjonen er typisk 25-44%, men av og til høyere (Camire et al., 1990). En av de viktigste faktorene for retensjon av f.eks. vitamin C er hvor hurtig temperaturen blir senket til lagringstemperatur etter varmebehandling (Hill, 1994). I en undersøkelse utført av Gadiant og Fenster (1994) ble det vist at den aktuelle formen for vitamin C (ascorbyl polyfosfat, ROVIMIX STAY-C®) er meget stabil under ekstruderingsbetingelser, også etter lagring (intet tap ble observert). Når det gjelder våtfôr er situasjonen formodentlig noe annerledes i og med at vannaktiviteten er atskillig høyere. Dette vil nok kunne føre til at stabiliteten er noe lavere. Stabiliteten av de andre vitaminene som ble undersøkt, inkludert tiamin, var også meget høy. Høyest tap ble observert for vitamin A (15 % tap).

Innholdet av tiamin i ferskt fiskeråstoff er ofte beskjedent (Lied, 1992). Dette skyldes den forholdsvis høye tiaminase-aktiviteten i sild og torskefisk. Også andre fôrfisker inneholder forholdsvis store mengder av dette enzymet, men er kanskje ikke så aktuelle ved produksjon av våtfôr som sild. Bruk av slikt råstoff kan derfor føre til tiaminmangel. Tiaminase denatureres fullstending (mister aktiviteten) dersom det varmebehandles (90 °C, 10 min; 80 °C, 25 min). Derfor er antakelig ikke dette et stort problem for varmebehandlede fôr. Våtfôr til laksefisk basert på tiaminaseholdig råstoff bør under alle omstendigheter tilsettes tiamin for at de gjeldende behovstall skal oppfylles. Konservering av tiamin-holdige næringsmidler med sulfitt må ikke forekomme fordi dette fører til en drastisk reduksjon av tiamin-innholdet. I følge Awonorin og Ayoade (1993) er koketapet for tiamin i svinekjøtt om lag 20 % ved behandling i 30 min ved 70 °C for et stykke på 20 g. Den beste varmebehandlingsteknikken med tanke på stabilitet av B-vitaminer synes å være koking i mikrobølgeovn (Hozova og Takacsova, 1993).

Man må også ta i betraktning at man i vitamin- og mineralpremixer har tap av vitaminer over tid. Shurson et al. (1996) observerte tap fra 0-10% for henholdsvis Ca-pantothenat og vitamin K i løpet av 120 dagers lagring, med et gjennomsnittlig tap for alle vitaminer på 5 % pr. måned. Det er derfor viktig å lagre slike premixer tørt, mørkt og kjølig.

2.2. Litt om carotenoider

Ved varmebehandling får man også tap av carotenoider, men størrelsesorden er avhengig av betingelsene (Villota og Hawkes, 1992), se også tabell 1. Tap av carotenoider øker med kontakt med oksygen, temperatur, og minker med høyere vanninnhold (Goldman et al., 1983). For β,β -caroten er det rapportert tap fra 38-73% ved ekstrudering av hvetemel (Guzman-Tello og Cheftel, 1990). Ved ekstrudering av fôr tilsatt canthaxanthin ble det observert et tap på 18%. Tilsvarende tall er funnet ved produksjon av overflatekoagulert våtfôr (Bjerkeng et al., 1997) og ved ekstrudering av fôr til laksefisk (Haaland et al., 1993). Lav vannaktivitet har vist seg å være positivt for stabiliteten til carotenoider (Berger, 1986). Carophyll Pink (8% astaxanthin, Hoffmann-La Roche, Basel, Sveits) er den kommersielt viktigste astaxanthinkilden. Det er en vanddispergerbar formulering av astaxanthin som er basert på at fôret skal ekstruderes, og at den varmebehandlingen man har i denne sammenhengen fører til at astaxanthin blir gjort mer tilgjengelig. Dersom man tilfører Carophyll Pink til fôr som ikke skal varmebehandles (våtfôr, kaldpelletert fôr) får man en lavere utnyttelse av astaxanthin. Dette er vist ved sammelikning av våtfôr og pelletert fôr med samme mengde canthaxanthin pr. kg tørrstoff i forsøk med laks, regnbueørret og sjø-ørret (Storebakken et al., 1986). For å unngå dette kan man dispergere Carophyll Pink i varmt vann (50 °C, 30 min) før det tilsettes fôrblendingen. Siden man ikke har tap ved varmeprosessering under produksjon av RUBIN-fôr kan man i denne sammenheng regne med en besparelse i tilsats av astaxanthin på 15-20%. Siden våtfôr skal lagres i kort tid fra det er produsert til det føres ut, kan man også påregne mindre tap under lagring enn det man forventer for ekstrudert fôr. Sikre gjennomsnittstall for slike lagringstap forefinnes ikke, men kan under visse omstendigheter være ytterligere 15-20% av mengden før lagring. Totalt sett skulle derfor mengden av astaxanthin tilsatt i våtfôr kunne reduseres med omlag 1/3 sammelignet med ekstrudert fôr (på tørrstoffbasis).

2.3. Litt om mineraler

Til slutt skal det kort nevnes noe om faktorer som både kan øke og senke biotilgjengeligheten av mineraler. I henhold til Clydesdale et al. (1991) kan følgende mineral interaksjoner påvirke biotilgjengeligheten:

1. Overføring av et mineral fra et løselig kompleks til et uløselig (utilgjengelig)

2. Tilførsel av et andre eller tredje mineral fører til at et løselig mineral-ligand kompleks danner et poly mineral-ligand kompleks som feller ut
3. Tilsats av et mineral til et mineral-ligand kompleks fører til at et annet substrat bindes, og man får dannelse av poly mineral-poly ligand kompleks
4. Dannelse av poly mineral-ligand komplekser som har lavere tilgjengelighet for fordøyeselsenszymer

Det er derfor vanskelig å forutsi hvilke endringer man får i fiskens behov for de ulike mineralene når man enten endrer på sammensetningen av vitamin-mineral-premiksen eller gjør endringer i fôrresepten generelt.

Som eksempel på dette kan være den lave tilgjengeligheten av Zn (sink) i fôr som inneholder mye phytat. Phytat som kan finnes i ganske store mengder i soyaprodukter danner poly mineral-ligand komplekser med kalsium (Ca) og Zn, som fører til at mineralene får en lavere fordøyelighet. Høyt innhold av fri aminosyrer (f.eks. histidin), som i makrell, kan føre til økt utnyttelse av Zn. I tillegg til at vitamin C kan redusere Fe(III) til Fe(II), som er den formen av jern som tas opp i tarmen, kan vitamin C kompleksere med Fe(II) og føre til at man får økt opptak av jern.

3. VITAMINBEHOV HOS LAKSEFISK

Laksens kosthold bør være balansert for at man skal få optimal vekst, kvalitet og helse. De problemer som er knyttet til bestemmelse av vitamin og mineralbehov er oppsummert hos Halver (1995) og Schwarz (1995). Supplementering av ett næringsmiddel kan være mindre fordelaktig dersom et annet næringsmiddel er mer begrensende. F. eks. vil ekstra vitamin E være mindre effektivt dersom man har Se-mangel (Miller et al., 1993). Høye nivåer av vitamin C har vist seg å ha gunstige effekter på helsen til atlantisk laks (Waagbø et al., 1993). Når det gjelder biotilgjengeligheten til lagringsstabile vitamin C derivater, er den for ascorbyl polyfosfat rapportert å være like høy (Völker og Fenster, 1994) eller høyere (Dabrowski et al., 1994) som for vitamin C, selv i fôringsforsøk med regnbueørret. Oversikter over anbefalte mengder basert på behovsundersøkelser av vitaminer og sporstoffer til laksefisk er gitt flere steder (Halver, 1989; Helland et al., 1991; Sandnes, 1991; Larrain, 1993; NRC, 1993; Woodward, 1994). En oppstilling over rapporterte vitaminbehov for laks er gitt i tabell 3 s.21.

Vi har i dag liten kunnskap om de eksakte behov atlantisk laks har for ulike vitaminer til enhver tid (tabell 3, Helland et al., 1991). AKVAFORSK har derfor utviklet en generell blandeseddel for vitaminer, til bruk i ulike fôrtyper, tabell 4 s.22/23. Tabellen er basert på empiriske data og anbefalinger for chinook laks (*Oncorhynchus tshawytscha*), coho laks (*Oncorhynchus kisutch*) eller regnbueaure gitt av Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture, National Research Council, USA (NRC, 1993). Det er imidlertid lite sannsynlig at behovene for ulike vitaminer varierer nevneverdig mellom nært beslektede fiskearter (Woodward, 1994). I følge Helland et al. (1991) har atlantisk laks også behov for vitamin K, riboflavin, pantothensyre, men også andre vitaminer, uten at man har eksakte data for disse behovene. Anbefalingene skal dekke laksens totale vitamin- og mineralbehov med innlagte sikkerhetsmarginer, uten hensyn til naturlig innhold av mikronæringsstoffer i råvarer. Imidlertid kan bidraget fra råvarene være betydelig.

NRCs anbefalinger for fettløselig vitaminer (A, D og E) refererer til minimumsbehov (Halver, 1989; NRC, 1993; Woodward, 1994). De veiledende nivåene for B-vitaminer (NRC, 1993) er derimot konservative anbefalinger med store sikkerhetsmarginer. Videre er B-vitamin behovene fastsatt ved bruk av semisyntetiske dietter (Halver, 1989; 1995) som ga stor

vannlekkasje, og dermed overestimering av behov (Woodward, 1994). Nyere studier viser da også at minimumsbehov for B-vitaminer for ung laksefisk er langt lavere (tabell 3), og faktisk i samsvar med anbefalinger for mer tradisjonelle husdyr som kylling og smågris (Cowey and Cho, 1993; Woodward, 1994).

Når det gjelder mineraler, er laks i sjøvann i stand til å dekke behovet for kalsium, magnesium, natrium, kalium ved opptak fra vannet. Andre mineraler må imidlertid tilføres fôret (Lall, 1988; NRC, 1993). I følge Helland et al. (1991) har laks angitte behov for fosfor (13 g/kg fôr), mangan (20 mg/kg fôr), kobber (6 mg/kg fôr) og jern (73 mg/kg fôr), i tillegg til ikke spesifiserte behov for selen, jod og fluor. Med unntak for fosfor og jern inngår disse mineralene i AKVAFORSKs generelle blandeseddel for mineraler. Fosfor og jern tilsettes i fôr i henhold til innholdet i råvarene som ellers inngår i fôret.

I følge Torrissen og Christiansen (1995) er astaxanthin essensielt for vekst og overleving hos fisk. De anbefaler at alt fôr til fisk tilsettes mer enn 10 mg astaxanthin eller canthaxanthin pr. kg tørrstoff. På grunn av behovet for innfarging av fiskekjøttet, tilsettes det riktignok betydelig større mengder carotenoider enn dette.

4. ANBEFALT TILSATS AV VITAMINER OG MINERALER TIL VÅTFÔR

De verdiene for tilsats av vitaminer og mineraler som anbefales her er ikke optimalisert ved grundig utprøving av det aktuelle fôret under aktuelle produksjonsbetingelser. Når slik utprøving ikke er gjennomført må man ta de forbehold angående doseringer som er nevnt innledningsvis. Det kan vise seg nødvendig å justere de oppgitte tallene på bakgrunn av empiriske data senere, selv om de foreliggende tall er de beste anslag vi kan gi med den nåværende kunnskap. Den generelle tankegangen ved tillaging av fôr til laksefisk er nok at det er bedre å tilsette for mye vitaminer enn for lite. Dette kan nok være en god strategi, men er ikke nødvendigvis uproblematisk. Særlig fettløslige vitaminer kan være toksiske i for store mengder, og kan føre til død. Som diskutert tidligere vil tilgjengeligheten av mineraler og vitaminer være innbyrdes avhengig av hverandre. Avhengig av hvilke råstoff man bruker, vil den mengden man trenger å tilsette kunne variere. De vitaminene som hurtigst blir kritiske er antakelig vitamin C og tiamin.

Innhold av de fettløselige vitaminene A og E i fiskeråvarer av ulike fiskearter varierer svært mye. For eksempel inneholder kolmule (*Micromesistius poutassou*) så mye vitamin A at A-vitaminforgiftning kan være et problem ved stort innhold av denne arten i fôr. Fiskemjøl basert på sild (*Clupea harengus*), lodde (*Mallotus villosus*) og/eller tobis (*Ammodytes lanceolatus*) inneholder nok vitamin A til å dekke behovet, og nok vitamin E til å dekke deler av behovet hos laksefisk ved 40-50% innblanding i fôr (Asbjørnsen, 1988). Ved bruk av hel fisk i våtfôr, kommer i tillegg innholdet av fettløselige vitaminer i fiskeoljen. Fiskeoljer inneholder mye vitamin D.

Vitamin C (askorbinsyre) er svært utsatt for oksidasjon og bør derfor tilføres i alt fôr til laksefisk, selv om hel fisk inneholder noe askorbinsyre (Halver, 1989). Tilførsel av vitamin C er spesielt viktig fordi behovet øker ved skade eller sykdom som krever sårheling (Halver, 1989; Waagbø m.fl., 1993). Vitaminet må tilsettes som lagringsstabil askorbatpolyfosfat (Stay-C®).

Fiskemel inneholder normalt 3 000-5 000 mg/kg cholin (NRC, 1993). Fiskeprodukter er videre rike på inositol, da alt biologisk vev er rikt på denne forbindelsen (Halver, 1989; 1995). Ferske fiskeråvarer burde derfor i stort monn kunne dekke behovene for disse "makrovitaminene".

Med unntak for tiamin (vitamin B₁), inneholder de fleste fiskeslag i fersk tilstand også nok B-vitaminer (tabell 5 s. 24; Lied, 1992; NRC, 1993) til å dekke minimumsbehovet for ung laksefisk (Woodward, 1994) i fiskebasert våtfôr. Unntaket for tiamin skyldes at mange fiskeslag aktuelle for våtfôr, herunder torskefisk, sild og lodde, inneholder enzymet tiaminase, som raskt bryter ned tiamin i råstoffet (Åsgård, 1983; Lied, 1992). Tiaminaseinnhold i fisk varierer dessuten med fangsttidspunkt og fiskens beiteforhold. Tiaminaseaktivitet i råstoff avhenger bl.a. av pH og temperatur ved lagring. Ved pH 9 er aktiviteten høy, mens den er relativt lav ved pH ≤ 6. Lagring ved 20 °C medfører totalt tap av tiamin i løpet av et døgn. Tiamin tapes imidlertid mye langsommere ved ≤ 0 °C (Åsgård, 1983). Innholdet av tiamin i ferskt fiskeråstoff vil derfor variere mye. Ved bruk av tiaminaseholdige råvarer i våtfôr til fisk må tilstrekkelig tiamin tilsettes, og fôret må lagres kjølig og fôres ut så raskt som mulig.

Det må understrekes at innholdet av vitaminer i fisk varierer med fangsttidspunkt, og fiskens beiteforhold, mens det for fettløselige vitaminer er en sammenheng med fettinnhold (Asbjørnsen, 1988; Lied, 1992). Videre er vitaminer utsatt for oksidasjon, slik at innholdet i fiskeråvarer kan variere med ferskhetsgrad og lagringsbetingelser. Vitamin C må som nevnt tilsettes i tilstrekkelige mengder i alt fiskefôr og bør ikke reduseres i forhold til tørrfôr. Da anbefalinger som er gitt for fettløselige vitaminer (A, D, E og K) i fôr til laksefisk (tabell 4; NRC, 1993) refererer til minimumsbehov, bør nok disse følges også ved tilsetting av vitaminer i fiskebasert våtfôr. Når man kompenserer for prosesserings- og lagringstap kan man derfor regne med å kunne redusere tilsats av disse vitaminene med ca. 20% i forhold til tørrfôr.

Når det gjelder B-vitaminer i våtfôr til laksefisk er imidlertid situasjonen noe annerledes:

1. Nyere minimumsbehov for B-vitaminer i fôr til ung laksefisk er 3 til 15 ganger lavere enn de tradisjonelt benyttede nivåene i laksefôr (tabell 4; Woodward, 1994).
2. Med unntak for tiamin (B₁) er ferske fiskeråvarer som benyttes i våtfôr er rike på B-vitaminer (Lied, 1992).
3. I våtfôr vil lagringstap av vitaminer normalt være små, på grunn av den korte lagringstiden.

På dette grunnlaget kan sannsynligvis tilsetningen av B-vitaminer i våtfôr halveres i forhold til NRCs anbefalinger, og som er rettleidende for tilsetning i tørrfôr. Det samme gjelder "makrovitaminene" inositol og cholin. Tiamin må imidlertid tilsettes i henhold til NRCs anbefaling. Hvis fôret skal lagres, bør evt. ekstra tilsetning av tiamin vurderes.

For å sikre dekning av behovet for mineraler, bør mangan (Mn), sink (Zn), og kopper (Cu) tilsettes våtfôr i henhold til AKVAFORSKs generelle blandeseddel. Fiskeråvarer inneholder nok selen, jod, og jern til å dekke behovet (Lall, 1988; NRC, 1993). Jern i ferskt fiskeråstoff er i tillegg lett tilgjengelig. Når det gjelder fosfor, kan tilgjengeligheten variere mye avhengig av kilde. Spesielt kan tilgjengeligheten være lav i råstoff rikt på bein (Lall, 1991; Nordrum et al. 1997). Det kan derfor være nødvendig å tilsette noe fosfor, for at behovet skal dekkes.

Tilsats av astaxanthin bør tilpasses de krav man stiller til det ferdige produkt og den pigmenteringsstrategi man bruker. Generelt kan man anse at våtfôr og tørrfôr med det samme innhold av astaxanthin på tørrstoffbasis er ekvivalente i pigmenteringseffektivitet. Siden kraftig varmebehandling unngås ved produksjon av våtfôr og lagringstapene er forventet å være lave er det ikke nødvendig å ta høyde for dette. Varmeprosesseringstap på ca. 20% av tilsatt astaxanthin er ellers vanlig (Berset, 1987; Haaland et al., 1993; Bjerkeng et al., 1997). Samtidig vil det finnes en varierende mengde astaxanthin og dens mono- og diestere i marine råstoffer, f. eks. loddeolje. Ved bruk av Carophyll Pink som pigmentkilde er det som tidligere nevnt viktig å dispergere denne i varmt vann (50 °C, 10-30 min.) for at tilgjengeligheten skal bli god. Ut fra betraktninger om prosess- og lagringstap som er typiske for ekstruderte fôr, er det realistisk å forvente et redusert behov for tilsetning av astaxanthin på opptil 1/3 ved produksjon av RUBIN-fôr (på tørrstoffbasis) som har samme pigmenteringseffektivitet.

På grunnlag av de forutgående vurderingene har vi kommet fram til et forslag til blandeseddel for vitaminer og mineraler for våtfôr, tabell 6 s. 25/26.

5. REFERANSER

- Asbjørnsen, B., 1988. Vitamin A- og E-innhold i fiskemel fra forskjellige råstoffslag. *Meldinger fra SSF*, **nr. 2-88**: 17-19.
- Asp, N.-G. og Björck, I. 1989. Nutritional properties of extruded foods. I C. Mercier, P. Linko og J.M. Harper (red.): *Extrusion Cooking*, Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN, USA, 399-434.
- Awonorin, S.O. og Ayoade, J.A. 1993. Thermal destruction of thiamin in different types of pre-packaged minced meats. *Int. J. Food Sci. Technol.* **28**, 595-602.
- Berger, S. 1985. Factors influencing the carotene content of food. *Ernährung/Nutrition* **9**: 691-697.
- Berset, C. 1987. Influence de la cuisson-extrusion sur les constituants alimentaires. Cas des pigments carotenoides. *Ind. Alim. Agric.* **104**: 529-533.
- Bjerkeng, B. 1997. AKVAFORSK-rapport **2/97**, 15s. Konfidensiell.
- Bjerkeng, B., Lagocki, S. og Refstie, S. 1997. AKVAFORSK-rapport **15/97**, 17s. Konfidensiell.
- Camire, M.E., Camire, A. og Krumhar, K. 1990. Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **29**: 35-57.
- Cheftel, J.C. 1986. Nutritional effects of extrusion-cooking. *Food Chem.* **20**: 263-283.
- Clydesdale, F.M., Ho, C.-T., Lee, C.Y., Mondy, N.I. og Shewfelt, R.L. 1991. The effects of postharvest treatment and chemical interactions on the bioavailability of ascorbic acid, thiamin, vitamin A, carotenoids, and minerals. *Crit. Rev. Food Sci. Technol.* **30**: 599-638.
- Cowey, C.B. og Cho, C.Y. 1993. Nutritional requirements of fish. *Proc. Nutr. Soc.* **52**: 417-426.
- Dabrowski, K., Matusiewics, M. og Blom, J.H. 1994. Hydrolysis, absorption and bioavailability of ascorbic acid esters in fish. *Aquaculture* **124**: 169-192.
- Datta, A.K. 1993. Error estimates for approximate kinetic parameters used in food literature. *J. Food Engineer.* **18**: 181-199.
- Frischknecht, R., Wahli, T. og Meier, W. 1994. Comparison of pathological changes due to deficiency of vitamin C, vitamin E and combinations of vitamins C and E in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish Diseases* **17**: 31-45.

- Gadient, M. og Fenster, R. 1994. Stability of ascorbic acid and other vitamins in extruded fish feeds. *Aquaculture* **124**: 207-211.
- Gershoff, S.N. 1993. Vitamin C (Ascorbic acid): New roles, new requirements? *Nutr. Rev.* **51**: 313-326.
- Gogoi, B.K. og Yam, K.L. 1994. Relationships between residence time and process variables in a corotating twin-screw extruder. *J. Food Engineer.* **21**: 177-196.
- Goldman, M., Horev, B. og Saguy, I. 1983. Decolorization of β -carotene in model systems simulating dehydrated foods. Mechanism and kinetic principles. *J. Food Sci.* **48**: 751-754.
- Guzman-Tello, R. og Cheftel, J.C. 1990. Colour loss during extrusion cooking of β -carotene - wheat flour mixes as an indicator of the intensity of thermal and oxidative processing. *Int. J. Food Sci. Technol.* **25**: 420-434.
- Haaland, H., Ladstein, K., Rosenlund, G. og Oliveira, M.A., 1993. Stability of vitamins and pigments in extruded fish feeds. I: Reinertsen, Dahle, Jørgensen og Tvinnereim (red.), *Fish Farming Technology*, Balkema, Rotterdam, Holland, s. 477-479.
- Halver, J.E. 1989. The vitamins. I J.E. Halver (red.): *Fish Nutrition*, Academic Press, San Diego, CA, USA, 31-109.
- Halver, J.E. 1995. Vitamin requirement study techniques. *J. Appl. Ichthyol.* **11**: 215-224.
- Helland, S., Storebakken, T. og Grisdale-Helland, B. 1991. Atlantic salmon, *Salmo salar*. I R.P. Wilson (red.): *Handbook of Nutrient Requirements of Finfish*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 13-22.
- Hemilä, H. 1991. Is there a biochemical basis for «nutrient need»? *Trends Food Sci. Technol* **2**, 73.
- Hill, M.A. 1994. Vitamin retention in microwave cooking and cook-chill foods. *Food Chem.* **49**: 131-136.
- Hozova, B. og Takacsova, M. 1993. The influence of combined storage procedures of foods on B vitamins content demonstrated at the example of heat sterilisation and irradiation. *Nahrung* **38**, 345-351.
- Hurrell, R.F. 1989. Food Manufacturing processes and their influence on the nutritional quality of foods. *Bibl. Nutr. Dieta.* **43**: 125-139.
- Killeit, U. 1994. Vitamin retention in extrusion cooking. *Food Chem.* **49**: 149-155.

- Kokini, J.L. 1993. The effect of processing history on chemical changes in single- and twin-screw extruders. *Trends Food Sci. Technol.* **4**: 324-329.
- Labuza, T.P. og Riboh, D. 1982. Theory and application of Arrhenius kinetics to the prediction of nutrient losses in foods. *Food Technol.* **36**(10), 66-74.
- Lall, S.P., 1988. The minerals. I: J.E. Halver (red.), *Fish Nutrition*, Academic Press, San Diego, USA, s. 220-259.
- Lall, S.P., 1991. Digestibility, metabolism and excretion of dietary phosphorous in fish: I: C.B. Cowey og C.Y. Cho (red.), *Nutritional Strategies and Aquaculture Waste*, Univ. Guelph, Guelph, Canada, s. 21-36.
- Larrain, C. 1993. Nutricion en salmonideos. *Arch. Med. Vet.* **25**: 111-125.
- Lied, E. 1992. Contents of B-vitamins in fish. *Fisk Dir. Skr. Ser. Ernæring* **5**(1): 45-48.
- Miller, J.K., Brzezinska-Slebodzinska, E. og Madsen, F.C. 1993. Oxidative stress, antioxidants, and animal function. *J. Dairy Sci.* **76**: 2812-2823.
- Nordrum, S., Åsgård, T., Shearer, K.D. og Arnesen, P., 1997. Availability of phosphorus in fish bone meal and inorganic salts to Atlantic salmon (*Salmo salar*) determined by retention. *Aquaculture*, under trykking.
- NRC (Committee on Animal Nutrition Board on Agriculture National Research Council) 1993. *Nutrient Requirements of Fish*, National Academy Press, Washington DC, USA, 114s.
- Pietrzik, K., Hages, M. og Remer, T. 1990. Methodological aspects in vitamin bioavailability testing. *J. Micronutr. Anal.* **7**: 207-222.
- Ryley, J., Abdel-Kader, Z.M., Guevara, L.V., Lappo, B.P., Lamb, J., Manan, F., Povey, M.J.W. og Race, P. 1990. The prediction of vitamin retention in food processing. *J. Micronutr. Anal.* **7**: 329-347.
- Sandnes, K. 1991. Vitamin C in fish nutrition - A review. *Fisk Dir. Skr. Ser. Ernæring* **4**(1): 3-32.
- Schwarz, F.J. 1995. Determination of mineral requirements of fish. *J. Appl. Ichthyol.* **11**: 164-174.
- Shurson, J., Salzer, T. og Koehler, D. 1996. Metal-specific amino acid complexes, inorganic trace minerals effect on vitamin stability examined. *Feedstuffs* **68**(45), 13-16, 22-23.
- Storebakken, T., Foss, P., Huse, I., Wandsvik, A. og Lea, T.B. 1986. Carotenoids in diets for salmonids III. Utilization of canthaxanthin from dry and wet diets by Atlantic salmon, rainbow trout and sea trout. *Aquaculture* **51**: 245-255.

- Tacon, A.G.J. 1992. *Nutritional Fish Pathology. Morphological Signs of Nutrient Deficiency and Toxicity in Farmed Fish*. FAO, Roma, Italia, 75s.
- Torrissen, O.J. og Christiansen, R. 1995. Requirements for carotenoids in fish diets. *J. Appl. Ichthyol.* **11**: 225-230.
- Villota, R. og Hawkes, J.G. 1992. Reaction kinetics in food systems. I D.R. Heldman og D.B. Lund (red.): *Handbook of Food Engineering*, Marcel Dekker, New York, NY, USA, 39-144.
- Völker, L. og Fenster, R. 1994. Efficacy of ascorbyl-2-polyphosphate in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* **124**: 213-217.
- Waagbø, R., Glette, J., Raa-Nilsen, E. og Sandnes, K. 1993. Dietary vitamin C, immunity and disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Fish Physiol. Biochem.* **12**: 61-73.
- Walter, P. 1994. Vitamin requirements and vitamin enrichment of foods. *Food Chem.* **49**: 113-117.
- Woodward, B. 1994. Dietary vitamin requirements of cultured young fish, with emphasis on quantitative estimates for salmonids. *Aquaculture* **124**: 133-168.
- Åsgård, T., 1983. Tiamin i fôret til laksefisk. Fagstil, Institutt for fjørfe og pelsdyr, Norges Landbrukshøgskole, 13 sider.

Tabell 3. Behov for vitaminer og andre sporstoffer for maksimal vekst hos laksefisk (mg/kg tørrstoff).

	Regnbueørret ¹	Regnbueørret ²	Laksefisk ⁴	Minimumsbehov ung laksefisk ⁵	Atlantisk laks ⁶
Vitamin A		2000-2500 ³	2500 ³	2500-5000 ³	
Vitamin D		2400 ³	2400 ³	2400 ³	
Vitamin K		10	10	0,45	
Vitamin E	30-50	30	30	27,5 ³	35
Riboflavin	3,6	20-30	20	3,6	
Pyridoxin	2,0	10-15	10	2,0	5
Biotin	0,1	1-1,2	1	0,08	
Pantothensyre	12,1	40-50	40	19,1	
Tiamin	1,0	10-12	10	1,0	
Vit B12	0,007	-	0,02	0,007	
Folinsyre	0,56	6-10	5	0,6	
Niacin		120-150	150	10	
Ascorbinsyre		100-150	100	10	50
Myo-inositol		200-300	400	250	
Cholin		-	3000	430-4050	

¹Etter Woodward sitert hos Cowey og Cho (1993); ²Halver (1988); ³Internasjonale enheter (IU); ⁴NRC (1993);

⁵Woodward (1994); ⁶Helland et al. (1991).

Tabell 4. AKVAFORSKs generelle blandeseddel for vitaminer og mineraler til 50 kg fôr.

Vitaminer	Kons.		Behov g/kg	mg/kg fôr	g preparat/50 kg	Preparat
Vit A	500000 IU/g		2500 IU	5,0	0,250	Rovimix A-500
Vit D3	500000 IU/g		2400 IU	4,8	0,240	Rovimix D3-500
α-Tocopherylacetat	0,5	g/g	0,20000	400,0	20,00	Rovimix E-50 SD
Tiamin	0,98	g/g	0,01500	15,3	0,765	Tiaminklorid
Riboflavin	0,96	g/g	0,02500	26,0	1,302	Lutavit B2
Pyridoxin	0,98	g/g	0,01500	15,3	0,765	Pyridoxinklorid
Ca-pantothenat	0,45	g/g	0,04000	88,9	4,444	Ca-pantothenat
Niacin	0,98	g/g	0,15000	153,1	7,653	Rovimix niacin
Folinsyre	0,96	g/g	0,00500	5,2	0,260	
Vit B12	0,001	g/g	0,00002	20,0	1,00	Microvit B12
Biotin	0,02	g/g	0,00300	150,0	7,50	Rovimix H2
Inositol	0,98	g/g	0,40000	408,2	20,41	Myo-inositol
Vit K3	1,0	g/g	0,04000	40,0	2,00	Vit K3
Sum					66,589	

Tabell 4. forts.

Mineraler ^{1,2}	Kons.		Behov/kg	mg/kg fôr	g preparat/50 kg	Preparat
Mn	0,32	g/g	0,03500	109,4	5,47	Mangansulfat
Zn	0,35	g/g	0,09000	257,1	12,86	Sinksulfat
Cu	0,25	g/g	0,01200	48,0	2,40	Kobbersulfat
I	1,0	g/g	0,00200	2,000	0,10	Kaliumjodid
Se	0,45	g/g	0,00020	0,4	0,0222	Natriumselenitt
Cl	1,0	g/g	1,25000	1250,0	62,5	Kaliumklorid
Sum					83,35	
Vit C	0,15	g/g	0,15000	1000,0	50	Stay-C
Cholin	0,5	g/g	1,20000	2400,0	120	Cholfeed-S
Sum mikromineraler					319,94	

¹Fe må kalkuleres inn dersom behov

²P settes til i henhold til innhold i fôrmidler forøvrig

Tabell 5. Innhold av B-vitaminer i utvalgte fiskeråstoff (mg/kg tørrstoff)¹.

Vitamin	Fjordsild	Nordsjøsild	Lodde	Makrell	Sei	Torskehoder
Tiamin (B ₁)	0,6	0,3	0,3	6,6	12,9	20,1
Riboflavin (B ₂)	4,5	6,5	10,7	10,5	9,9	8,2
Pyridoxin (B ₆)	7,4	0,8	0,34	16,0	6,3	5,4
Niacin	159	123	87,1	218	117	47,3
Biotin	0,23	0,26	3,4	0,28	0,26	0,09
Pantothensyre	23,2	34,7	32,7	26,4	16,3	23,1
Cobalamin (B ₁₂)	0,21	0,24	0,44	0,28	0,16	0,08

¹Etter Lied (1993).

Tabell 6. Skjønnsmessig anbefaling av vitamin- og mineraltilskudd 100 kg våtfôr¹.

Vitaminer	Kons.		Behov g/kg	Tilskudd mg/kg fôr	g preparat/100 kg	Preparat ¹
Vit A	500000 IU/g		2500 IU	4,0	0,200	Rovimix A-500
Vit D3	500000 IU/g		2400 IU	3,95	0,192	Rovimix D3-500
α-Tocopherylacetat	0,5	g/g	0,20000	300,0	15,00	Rovimix E-50 SD
Tiamin	0,98	g/g	0,01500	15,3	0,765	Tiaminklorid
Riboflavin	0,96	g/g	0,02500	21,0	1,052	Lutavit B2
Pyridoxin	0,98	g/g	0,01500	12,3	0,615	Pyridoxinklorid
Ca-pantothenat	0,45	g/g	0,04000	75,0	3,75	Ca-pantothenat
Niacin	0,98	g/g	0,15000	120,0	5,998	Rovimix niacin
Folinsyre	0,96	g/g	0,00500	4,0	0,200	
Vit B12	0,001	g/g	0,00002	20,0	1,00	Microvit B12
Biotin	0,02	g/g	0,00300	120,0	6,00	Rovimix H2
Inositol	0,98	g/g	0,40000	200	10	Myo-inositol
Vit K3	1,0	g/g	0,04000	20,0	1,00	Vit K3
Sum					66,589	

Tabell 6. forts.

Mineraler ^{3,4}	Kons.		Behov/kg	mg/kg fôr mg/kg fôr	g preparat/100 kg	Preparat
Mn	0,32	g/g	0,03500	109,4	5,47	Mangansulfat
Zn	0,35	g/g	0,09000	257,1	12,86	Sinksulfat
Cu	0,25	g/g	0,01200	48,0	2,40	Kobbersulfat
I	1,0	g/g	0,00200	2,000	0,10	Kaliumjodid
Se	0,45	g/g	0,00020	0,4	0,0222	Natriumselenitt
Cl	1,0	g/g	1,25000	1250,0	62,5	Kaliumklorid
Sum					83,35	
Vit C	0,15	g/g	0,15000	1000,0	50	Stay-C
Cholin	0,5	g/g	1,20000	1200,0	600	Cholfeed-S

¹Anbefalingene er basert på et tørrstoffinnhold på 50%. ²Alle vitaminpresparater, unntatt Cholfeed-S (cholin) kan skaffes fra Hoffmann-La Roche, Basel, Sveits. Cholfeed-S kan leveres av Randstone, Soest, Holland. ³Fe må kalkuleres inn dersom behov. ⁴P settes til i henhold til innhold i fôrmidler forøvrig

