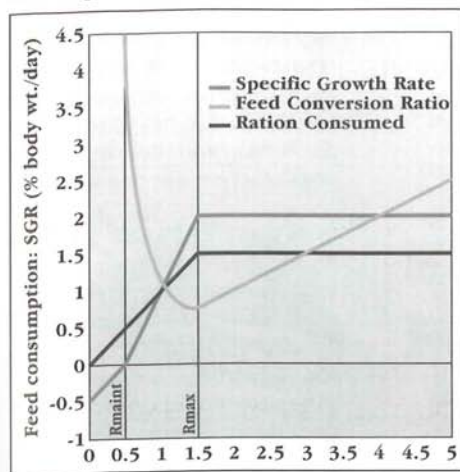


## Zonder zuurstof geen groei!

Arjen Roem, Trouw Nutrition

Groei wordt vanzelfsprekend bepaald door veel factoren, maar als ik er twee uit selecteer die in de praktijk het belangrijkste zijn, dan zijn dat de voederopname en de beschikbaarheid van zuurstof.

Het belang van voederen op groei en voederconversie bij vis kan met onderstaande grafiek (figuur 1) worden geïllustreerd. Deze figuur is gebaseerd op een groot aan-



★ Figuur 1: het belang van voeren op groei en voederconversie

lijn 1: specifieke groeisnelheid

lijn 2: voederconversie

lijn 3: voederopname

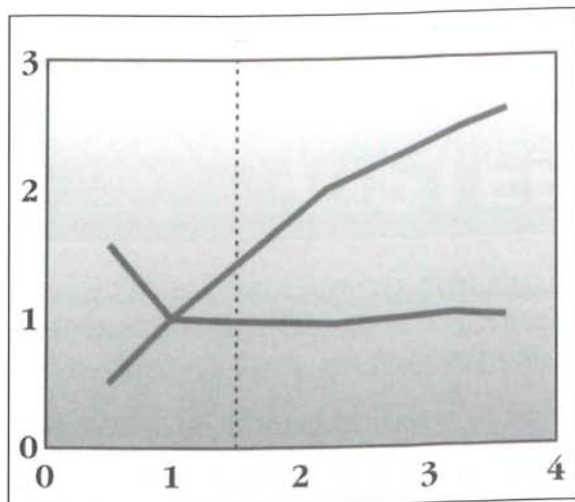
voederopname: SGS (% lichaamsgewicht/dag)

voedergift (% lichaamsgewicht/dag)

- Groei is altijd maximaal bij R<sub>max</sub>
- Voederconversie is altijd minimaal bij R<sub>max</sub>
- Voederconversie bij R<sub>max</sub> toont de nutritionele kwaliteit van het rantsoen

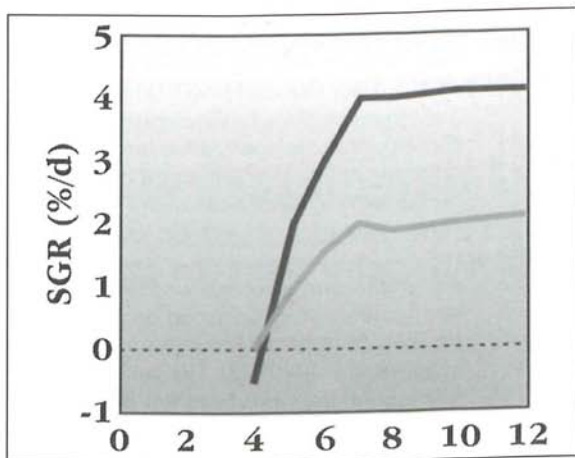
tal waarnemingen op het Nutreco Aquaculture Research Centre te Noorwegen. Als vis gevoerd wordt moeten we altijd in ogenschouw nemen dat er twee verschillende voederhoeveelheden zijn: namelijk de voederhoeveelheid welke door de kweker wordt gevoerd en de voederhoeveelheid welke door de vis wordt opgegeten (lijn 1). Uit figuur 1 kunnen we zien dat bij een lage voederhoeveelheid, al het voer door de vis wordt opgenomen. Als de voederhoeveelheid toeneemt zal een punt bereikt worden waarbij alle vis verzadigd is en niet meer kan opnemen. Dit is in deze figuur benoemd als het maximum rantsoen (R<sub>max</sub>). Voederhoeveelheden boven dit rantsoen zullen niet leiden tot hogere voederopname, maar dit zal leiden tot voederoverspilling.

Als vissen niet gevoerd worden, zullen ze verminderen in gewicht, of op een andere manier gezegd zullen zij een negatieve groei laten zien (lijn 2). Een zekere voederhoeveelheid is nodig om het gewicht van de vis te handhaven. Dit punt heet onderhoudsniveau (R<sub>onderhoud</sub>). Al het voeder wat gegeven wordt boven het onderhoudsniveau kan gebruikt worden voor groei, in het traject rechts hiervan zal de groei bijna evenredig toenemen met de voedergift tot R<sub>max</sub> is bereikt. Boven R<sub>max</sub> zal het voeder niet meer gegeten



★ *Figuur 2: groei-voedergift en voederconversie voeder-gift relatie in forel bij 14 graden Celsius.*

- Voedergift, %begin gewicht /dag
- lijn 1: voederconversie
- lijn 2: SGS, %/dag



★ *Figuur 3: prestaties van forel bij verschillende zuurstof-niveaus*

- SGS (%/dag)
- Opgelost zuurstof (mg/l)
- lijn 1: Rmax
- lijn 2: R50%

worden maar verspild. Maximale groei is bereikt bij Rmax.

Als vissen gevoerd worden op onderhoudsniveau (Ronderhoud) en dus niet groeien, is de voederconversie oneindig (lijn 3). De voederconversie verbetert snel als boven het onderhoudsniveau gevoerd wordt, en zal het laagst zijn bij Rmax. Boven Rmax zal het voeder niet meer gegeten worden maar verspild en zal de voederconversie snel verslechteren. In theorie, is bij Rmax de vis verzadigd, is de groei maximaal, de voederconversie minimaal en de vervuiling per kilogram groei is ook op het laagste punt. Het geheim van het succes van een goede viskweker is dus het vinden van de Rmax van voerbeurt tot voerbeurt en van dag tot dag.

In de praktijk blijkt het vaak lastig om Rmax te vinden door alleen de voederconversie te minimaliseren. In een experiment werden voedergiften van 0,5% tot 3,5%/dag gevoerd aan groepen regenboogforel van gemiddeld 90 gram (figuur 2).

De groeisnelheid neemt evenredig toe met de toenemende voedergiften, zoals verwacht. Echter de voederconversie bleef vrij constant over een groot aantal van de rantsoenen. Dit benadrukt de moeilijkheid om precies vast te stellen wat de beste voedergift is onder praktische bedrijfomstandigheden als gewerkt wordt met grote aantallen vis. Hier-

mee kunnen we vaststellen dat voederconversie alleen niet de juiste manier is om  $R_{max}$  te vinden. Voedermethodes en voedertechnologiën welke de werkelijke voederopname en het punt van verzadiging in een groep vissen kwantificeren kunnen helpen om vis te produceren op  $R_{max}$ .  $R_{max}$  wordt echter ook door externe factoren bepaald met name door zuurstof.

***Het belang van een constant hoog zuurstofniveau wordt vaak onderschat***

Bij alle levensprocessen is zuurstof nodig en vis kan niet groeien zonder een goede zuurstofaanvoer. In feite wordt  $R_{max}$  bepaald door de beschikbaarheid van zuurstof: met 4 ppm  $O_2$  zal forel bijna geen voer

opnemen en is de groei minimaal; van 5 ppm tot 7 ppm  $O_2$  (70% verzadiging), groei en voedergift nemen evenredig toe; boven 7 ppm  $O_2$  voederopname en groei stabiliseren (figuur 3). De aloude vuistregel dat 5ppm voldoende is voor maximale groei bij forel blijkt niet waar te zijn. Het is beter te zeggen dat een zuurstof verzadiging niet onder de 70% mag zakken in kweekvijvers. Dit komt overeen met 7ppm bij 10 graden Celsius.

Met andere woorden: met voldoende zuurstof kan een vis maximaal voer opnemen en groeien. Dit leidt tot de beste voederbenutting (lage voederconversie) en een lage milieubelasting.