

Galzuren als ingrediënt voor visvoer

Door Dr. A.H.M. Terpstra

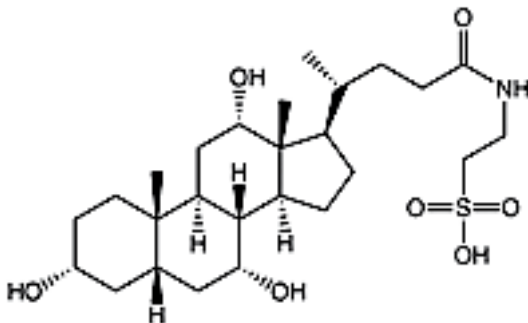
Galzuren spelen een belangrijke rol bij de vetvertering. Ze worden gevormd uit cholesterol en opgeslagen in de galblaas. Vervolgens worden ze met de gal uitgescheiden in de darm waar ze als emulgator dienen voor de absorptie van vetten. Bovendien stimuleren galzuren het enzym lipase dat de vetten in de darm splitst in vrije vetzuren. Verschillende studies bij kippen en varkens hebben aangetoond dat het toevoegen van galzuren aan het voer de vetvertering verhoogt en dergelijke resultaten zijn ook aangetoond bij vissen. Verder zijn er aanwijzingen dat galzuren ook een invloed kunnen hebben op het energie- en vetmetabolisme en kunnen resulteren in minder vet in het lichaam.

Cholesterol, Galzuren en de Enterohepatische Cyclus van Galzuren

Cholesterol dient in het lichaam als onderdeel van celmembranen en als precursor voor verschillende hormonen. Vissen en andere diersoorten en de mens zijn in staat om zelf cholesterol in het lichaam aan te maken (endogeen cholesterol). Een uitzondering zijn o.a. garnalen, die geen cholesterol kunnen aanmaken. Daarom voegt men cholesterol toe aan garnalen voer. En andere bron van cholesterol is

het cholesterol uit de voeding (exogeen cholesterol). Echter alleen producten van dierlijke oorsprong bevatten cholesterol en producten van plantaardige oorsprong zijn cholesterolvrij.

Cholesterol kan niet in het lichaam worden afgebroken of verbrand. De enige afvoer route van cholesterol uit het lichaam is via de gal en de omzetting in galzuren. Cholesterol kan in de lever worden omgezet tot galzuren en worden opgeslagen in de



Figuur 1. De structuurformule van tarogalzuur, het belangrijkste galzuur bij vissen.

| | Forel | | | Cobia | |
|--|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 70 | | | 56 | |
| Duur van het experiment (dagen) | 70 | | | 56 | |
| Galzouten toegevoegd aan voer (%) | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 1,5 |
| Eiwit/vet ratio van het voer | 44/14 | 42/15 | 42/15 | 45/16 | 45/16 |
| Eiwit in voer afkomstig van vismeel (%) ² | 81 | 0 | 0 | 67 | 67 |
| Begin gewicht (g) | 13 | 13 | 13 | 111 | 111 |
| Eind gewicht (g) | 61 ^b | 51 ^a | 59 ^b | 1836 | 1909 |
| VC, voeder conversie (g voer/g vis) | 1,15 ^b | 1,30 ^a | 1,09 ^c | 1,12 ^a | 1,07 ^a |
| Vet vertering (%) | 98,7 ^c | 96,2 ^a | 97,6 ^b | - | - |
| Lipase activiteit in darmen (Units/g protein) | - | - | - | - | - |
| Lichaamsvet (%) | 13,8 | 12,6 | 13,5 | 10,2 | 10,3 |
| Referentie | Yamamoto et al. 2007 | | | Zhou et al. 2010 | |

¹ Resultaten per vissoort met verschillende superscripten zijn statistisch significant verschillend ($P < 0,05$)

² Het eiwit in het voer dat niet afkomstig was van vismeel was afkomstig van plantaardige eiwitbronnen.

galblaas. Vervolgens worden de galzuren met de gal uitgescheiden in de darm waar ze als emulgator dienen voor de vertering van vetten en vet-oplosbare stoffen, zoals b.v. vet-oplosbare vitaminen en carotenoiden. Bovendien stimuleren ze het enzym lipase dat in de darm de vetmoleculen splitst in vrije vetzuren en mono acylglyceriden. Uiteindelijk worden de galzuren uitgescheiden in de feces. Echter, de meeste galzuren in de darm, wel tot 90%, worden gereabsorbeerd en weer opnieuw gebruikt. Deze terugresorptie van galzuren en het hergebruik voor de vetvertering wordt de enterohepatische cyclus van galzuren genoemd.

Galzuren, vetvertering en groeiprestaties bij de vis

Galzuren (Figuur 1) spelen dus een belangrijke rol bij de vetvertering. Studies in ver-



Graskarper

schillende diersoorten hebben aangetoond dat er een negatieve relatie bestaat tussen de uitscheiding van galzuren in de feces en de vetvertering. Het blijkt dat met name plantaardige eiwitbronnen de uitscheiding van galzuren in de feces stimuleren met als gevolg een verlaagde reabsorptie van galzuren en een verlaging van de voorraad galzuren in de enterohepatische cyclus. Hierdoor zijn er minder galzuren beschikbaar voor de vetabsorptie met als gevolg een lagere vetvertering en een mogelijk lagere groei.

Het vervangen van vismeel in visvoerders door plantaardige eiwitbronnen zoals soja eiwit resulteert meestal in een lagere groei. Deze lagere groei gaat vaak samen met een lagere vetvertering en een lagere concentratie van galzuren in het darmstelsel. Dit laatste is waarschijnlijk het gevolg van een verhoogde uitscheiding van galzuren in de feces zoals ook bij andere diersoorten is aangetoond. Hierdoor vindt minder resorptie plaats van galzuren en wordt de pool van beschikbare galzuren voor de vetvertering kleiner. Bovendien kunnen er in het verteringssysteem allerlei morfologische veranderingen optreden die tot ontstekingsreacties kunnen leiden. Dit laatste is met name het geval bij forellen en zalm. Het ligt dus voor de hand om deze verlaagde

| Gras Karper | | Tarbot | | Brulkikker | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 60 | | 42 | | onbekend | |
| 0 | 1,5 | 0 | 1,5 | 0 | 2 |
| 35/6 | 35/6 | 46/10 | 47/10 | 41/7 | 41/7 |
| 18 | 18 | 63 | 63 | 34 | 34 |
| 13 | 13 | 46 | 46 | 76 | 76 |
| 37 ^a | 47 ^b | 67 ^a | 69 ^b | 206 ^a | 221 ^b |
| 1,65 ^a | 1,42 ^b | 1,28 ^a | 1,09 ^b | 0,98 ^a | 0,84 ^b |
| - | - | - | - | 70,9 ^a | 77,9 ^b |
| 385 ^a | 492 ^b | 102 ^a | 114 ^b | 10,27 | 11,98 |
| 5,0 ^a | 3,7 ^b | 1,99 ^a | 1,72 ^b | 5,2 ^a | 4,5 ^b |
| Zeng et al. 2017 | | Sun et al. 2014 | | Hu et al. 2015 | |

pool van galzuren weer aan te vullen door galzuren toe te voegen aan de visvoerders. Verschillende studies hebben inderdaad aangetoond dat het toevoegen van galzuren aan voeders met geheel of gedeeltelijk plantaardige eiwitbronnen resulteerde in een verbetering van de vetvertering, voederconversie en groei (Tabel 1). Ook laat Tabel 1 zien dat galzuren een stimulerend effect hebben op de lipase activiteit in de darmen zoals waargenomen bij de gras karper, tarbot en brulkikker. Naast de bepalingen die zijn samengevat in de tabel werd ook de morfologie van de darmen geobserveerd. Forellen gevoerd met uitsluitend soja eiwit vertonen een darmstructuur die afwijkt van die in forellen gevoerd met standaard voer. Indien galzuren aan het soja



Bullfrog

Tabel 1: Het effect van galzuren in het voer op verschillende groei parameters bij verschillende vissoorten en brulkikkers¹

eiwit werden toegevoegd was de afwijking aanzienlijk minder. De effecten van galzuren zijn waarschijnlijk wel soort-gebonden, n.l. bij zalm heeft men geen verbetering van de groei en de verstoorde morfologie van de darmen kunnen aantonen.

Galzuren en Energiemetabolisme

Studies bij muizen hebben aangetoond dat het toevoegen van galzuren aan een hoogvet voer resulteerde in een verhoging van het energiemetabolisme en een verlaging van de hoeveelheid lichaamsvet en epididymale vetweefsel (vet rond de geslachtsorganen). Ook een verhoogde expressie van het enzym dat cholesterol omzet in galzuren gaf een dergelijk effect. Studies bij de graskarper, tarbot en brulkikker hebben eveneens laten zien dat het toevoegen van galzuren aan het voer een verlaging van het lichaamsvet tot gevolg had maar tegelijk wel resulteerde in een betere groei (Tabel 1). Op grond van de resultaten bij muizen dacht men dat galzuren mogelijk ook een anti-obesitas effect zouden kunnen hebben bij de mens. Resultaten van studies bij de mens waren echter niet eenduidig en weinig hoopgevend.

Toepassingen van galzuren in visvoerders

Galzuren als ingrediënt voor visvoerders worden reeds beschreven door Hertrampf (2000) in zijn boek over grondstoffen voor visvoerders (boek is beschikbaar in Google Books op het internet). Het gebruik van galzuren als visvoer ingrediënt zou met name een positieve rol kunnen spelen bij vismeelarme voeders met een relatief hoog gehalte aan plantaardige eiwitten. De positieve effecten op de groeiprestaties in de studies met de Cobia en de tarbot zijn

vrij gering (Tabel 1), wat mede het gevolg kan zijn van het relatief hoge gehalte aan vismeel in het voer (67 en 63% van het eiwit afkomstig van vismeel, respectievelijk). Verder blijkt dat de resultaten afhankelijk kunnen zijn van de vissoort, b.v. bij zalm heeft men geen positieve effecten van galzuren kunnen waarnemen. Ook kunnen andere factoren een rol spelen zoals leeftijd en geslacht.

Effect van galzuren in relatie tot het 4 P concept voor een goed visvoer

Zoals beschreven in een vorig artikel in Aquacultuur, zou een goed visvoer moeten voldoen aan criteria zoals beschreven door het 4 P concept, d.w.z. "Palatibility" (aantrekkelijkheid), "Performance" (goede prestatie en groei), "Pollution" (weinig vervuiling) en "Price" (het voer moet kosten effectief zijn). Hoe kunnen galzuren mogelijk bijdragen aan dit 4 P concept?

Palatibility (aantrekkelijkheid): Er zijn aanwijzingen dat galzuren bij verschillende vissoorten dienen als feromonen en een reuk en smaak stimulerend effect hebben.

Performance (prestatie). Galzuren verhogen de vetvertering hetgeen tot een betere groei kan leiden. Er zijn echter ook aanwijzingen dat galzuren het energiemetabolisme zouden kunnen verhogen, zoals aangetoond bij muizen. Dit zou dan tot minder energie retentie kunnen leiden. Het is echter niet duidelijk in hoeverre dit het ook geval is bij vissen.

Verder is in studies met proefdieren aangetoond dat de effecten van planteneiwitten op het cholesterol en lipiden metabolisme vooral optreden bij jonge dieren. Dit zou ook het geval kunnen zijn bij vissen. Dit zou betekenen dat het toevoegen van galzuren aan vismeelarme voeders met name effectief kan zijn bij jonge vissen. Larven hebben mogelijk ook een minder goed ontwikkeld

verteringsstelsel zodat het toevoegen van galzuren aan startvoeders eveneens tot een betere vetvertering en mogelijk groei zou kunnen leiden. Anderzijds betekent dit ook dat in oudere en grotere vissen een hoger percentage van het vismeel-eiwit kan worden vervangen door alternatieve (plantelijke) eiwitbronnen dan in jongere vissen.

Pollution (vervuiling): Verder zouden galzuren ook een positief effect kunnen hebben op de watervervuiling. Een betere vetvertering door het toevoegen van galzuren aan de voeders leidt tot minder uitscheiding van vetten in het water. Dit is met name belangrijk bij recirculatie systemen, bij vijvers voor koi karpers en bij sieraquaria. Hierdoor treedt minder vervuiling op van de tanks, vijvers en aquaria.

Price: het toevoegen van galzuren aan visvoeders zal kosten verhogend werken. Het is echter mogelijk dat de voordelen van het gebruik van galzuren opwegen tegen de extra kosten van het voer.

Galzuren zouden dus een interessante additief aan visvoeders kunnen zijn. Galzuren zijn een bijproduct van de vleesindustrie en worden door verschillende bedrijven aangeboden als een supplement voor diervoeders, met name voor visvoeders. Verder onderzoek bij vissen zal moeten uitwijzen in hoeverre galzuren als ingrediënt voor visvoeders inderdaad een positieve bijdrage kunnen leveren en of het toevoegen van galzuren aan visvoeders kosten effectief is.

De rol van galzuren in visvoeders is meer uitvoerig beschreven in een literatuuronderzoek dat binnenkort kan worden gedownload van de website van de Tilapia Stichting. In dit artikel zijn ook alle literatuurreferenties vermeld (www.Tilapiastichting.nl brochures).