

## ONDERZOEK &amp; ONDERWIJS

# Grondsmaak in kweekvis deel 1

Door Edward Schram (IMARES Wageningen UR), Miriam van Eekert en Els Schuman (beiden Lettinga Associates Foundation –LeAF) en William Swinkels (Nijvis bv).

**Grondsmaak is wereldwijd een van de belangrijkste beperkende factoren voor de afzet van kweekvis afkomstig uit vijvers en recirculatiesystemen. Dit wordt vooral veroorzaakt door de lage waardering van consumenten voor kweekvis met grondsmaak. Marktprijs en marktvolume komen daardoor onder druk te staan. Daarnaast brengt de bestrijding van grondsmaak extra kosten met zich mee voor de producent. Ook in Nederlandse kweekvis komt grondsmaak voor. In Nederland wordt op verschillende fronten gewerkt aan het voorkomen en bestrijden van grondsmaak. In dit artikel (dat uit twee delen bestaat) wordt het grondsmaakprobleem en het daaraan gekoppelde onderzoek beschreven. In dit eerste deel wordt vooral ingegaan op de achtergronden en gevolgen van grondsmaak.**

## *Geschiedenis*

Grondsmaak in vis wordt voor het eerst beschreven in 1558 door Conrad Gessner. Hij beschrijft dat het vlees van zeelt soms modderig smaakt. De eerste wetenschappelijke publicatie over grondsmaak stamt uit 1910. Hierin wordt grondsmaak in regenboog forel in verband gebracht met de aanwezigheid van cyanobacteriën in de kweekvijvers. Ruim twintig jaar later, in de jaren '30 van de vorige eeuw, wordt het verband met cyanobacteriën bevestigd. Ook komen actinomyceten in beeld als oorzaak van grondsmaak. De aanwezigheid van deze bacteriën in rottend riet aan rivieroeveren wordt in verband gebracht met grondsmaak in zalm. Gespeculeerd wordt dat actinomyceten grondsmaak veroorzakende stoffen produceren en afgeven aan het water, waarna deze via de kieuwen worden opgenomen en via de bloedsomloop door de hele vis verspreid worden. Dit is, gezien de stand van de kennis van microbiologie, visfysiologie en milieuchemie in die tijd, een ongelooflijk nauwkeurige analyse van het

werkelijke mechanisme. Ook wordt dan al aangetoond dat vissen de gronderige smaak weer verliezen als ze enige tijd in schoon water gehouden worden. Het zou tot de jaren '60 duren voordat geosmine en 2-methylisoborneol (MIB) geïdentificeerd worden als de voornaamste grondsmaakveroorzakende stoffen in vis. Vandaag de dag wordt de aanwezigheid van deze twee stoffen in visvlees nog steeds als belangrijkste oorzaak van grondsmaak gezien.

## *Grondsmaak in kweekvis*

Eind jaren '60 werd voor het eerst grondsmaak in kweekvis beschreven, waarbij het ging om karpers gekweekt in vijvers in Israël. In de jaren daarna werd de lijst van kweekvissoorten met grondsmaak snel langer. Grondsmaak komt wereldwijd voor in vissen, schaal- en schelpdieren afkomstig uit een variëteit aan kweeksystemen: Channel catfish gekweekt in vijvers in de VS, regenboogforel gekweekt in doorstroomsystemen in Groot-Brittannië, Atlantische zalm gekweekt in kooien in zoetwater meren

in Schotland, paling, Afrikaanse meerval en barramundi gekweekt in recirculatiesystemen in Nederland, enzovoort. Dit geeft aan dat grondsmaak in kweekvis zich niet beperkt tot bepaalde geografische gebieden, vissoorten of kweeksystemen maar juist een vrij universeel probleem is voor aquacultuur wereldwijd. De overeenkomst tussen alle kweekvis met grondsmaak is de aanwezigheid van microbiota die geosmine en MIB produceren in het kweekstelsel zelf of in het systeem waar het kweekwater uit afkomstig is. Vroeger werd nog gedacht dat grondsmaak niet voorkomt in mariene viskweeksystemen omdat microbiële producenten van grondsmaak veroorzakende stoffen niet voorkomen in mariene systemen. Inmiddels weten we helaas wel beter.

Van alle grondsmaakproblemen in aquacultuur is de kweek van Channel catfish in vijvers in het zuiden van de VS het meest uitgebreid onderzocht. Dit is vanwege de omvang van deze industrie en de economische schade die grondsmaak daar veroorzaakt. Grondsmaak in Channel catfish is voornamelijk een seizoensgebonden probleem veroorzaakt door zomerse bloei van cyanobacteriën in de zich in de buitenlucht bevindende vijvers. Grondsmaak wordt daar met wisselend succes bestreden door oogsten in te plannen in de periode voorafgaand aan de zomerse bloei van cyanobacteriën, door de cyanobacteriën te bestrijden met algiciden en door visbestanden te verplaatsen naar

schon water voordat deze geoogst worden. In recirculatiesystemen is grondsmaak natuurlijk geen seizoensgebonden probleem omdat de omstandigheden 't jaar rond gelijk zijn. Wel lijkt er een grote variatie te zijn tussen kwekerijen en ook binnen kwekerijen in de tijd. Er zijn kwekerijen die altijd last hebben van grondsmaak, kwekerijen die er nooit last van hebben en kwekerijen die er incidenteel last van hebben. Ook de mate van grondsmaak varieert, de ene keer is het erger dan andere keer.

Belangrijk om te weten is dat de stoffen die grondsmaak veroorzaken niet giftig zijn voor de vis en ook niet voor de menselijke consument van een vis met grondsmaak, dat wil zeggen in de concentraties die normaaliter worden aangetroffen in kweekvis. Op de vraag of zijn of haar vis last heeft van grondsmaak kan een viskweker dan ook met recht nee antwoorden. De vis heeft er geen last van. Degene die de vis eet wel. Grondsmaak is dus geen probleem voor de vis zelf maar voor de menselijke consument van deze vis, maar ook dat niet altijd. Voor Chinese consumenten schijnt vis juist grondsmaak te moeten hebben en dat zou komen doordat de Chinezen al 3000 jaar vis kweken en eten met grondsmaak. Of dit echt waar is, is onduidelijk maar het geeft wel aan dat viskwaliteit geen vaststaand gegeven is. Kwaliteit is per definitie de mate waarin een (vis-)product voldoet aan de verwachtingen van een consument. Omdat de verwachtingen van consumenten sterk uiteen kunnen lopen, geldt hetzelfde voor de waardering en kwaliteit van een en hetzelfde product. Het voorbeeld van de Chinezen is extreem en mogelijk niet meer dan een 'broodje-aap verhaal', maar zeker is dat binnen Europa door consumenten verschillend op grondsmaak gereageerd wordt.

### **Sensorische aspecten van grondsmaak**

De aanwezigheid van geosmine en/of MIB in het visvlees veroorzaakt een gronderige

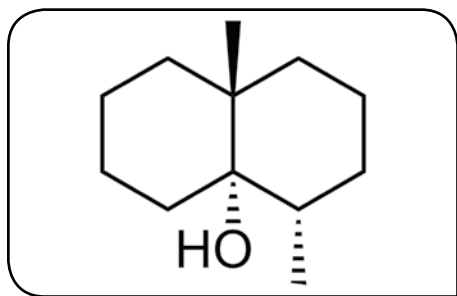


Fig. 1 Structuurformule geosmine

smaak. De sensorische detectielimiet is de geosmine of MIB concentratie in de vis waarboven grondsmaak waargenomen kan worden. Deze sensorische detectielimieten zijn geen vaststaande grenzen maar afhankelijke van meerdere factoren. In de eerste plaats is de sensorische detectielimiet afhankelijk van het vetgehalte van een vis. Hoe hoger het vetgehalte, hoe hoger de benodigde geosmine of MIB concentraties om grondsmaak te veroorzaken. Vetgehalte is ook van grote invloed op de bio-accumulatie van geosmine en MIB in de vis; hoe meer vet, hoe meer geosmine en MIB wordt opgenomen. Aan de ene kant nemen vette vissen dus meer geosmine en MIB op dan magere vissen, maar aan de andere kant moet in vette vissen ook meer geosmine of MIB zitten dan in magere vis om een grondsmaak te hebben. Voor magere vissen geldt het omgekeerde. Dit verklaart waarom ook magere vissen erg veel last kunnen hebben van grondsmaak: ze accumuleren weliswaar relatief weinig geosmine en MIB, maar er hoeft ook maar weinig in te zitten om grondsmaak te veroorzaken. Omdat geosmine en MIB voornamelijk in vetweefsel gaan zitten en vet niet gelijkmatig is verdeeld over een visfilet, worden geosmine en MIB ook niet gelijkmatig over de filet verdeeld. Hierdoor kunnen binnen een visfilet verschillen in grondsmaak bestaan. Daarnaast is de samenstelling en verdeling van vet binnen een visfilet geen vaststaand gegeven maar wordt sterk beïnvloed door de vetsamenstelling van het voer. De sensorische detectielimiet varieert daardoor tussen partijen vissen van dezelfde soort die een ander voer gekregen hebben. Genetische factoren zijn ook van invloed op de vetsamenstelling en verdeling in een visfilet en daarmee ook op grondsmaak. Genetische verschillen verklaren mogelijk de verschillen binnen partijen vis in zowel de bio-accumulatie als de sensorische detectielimieten van geosmine en MIB. Dan zijn er nog de menselijke consumenten die

sterk verschillen in perceptie en detectie van grondsmaak. Tot slot hebben verschillen in experimentele en analytische procedures tussen experimenten waarin sensorische detectielimieten werden gemeten een grote invloed op de resultaten. Al deze bronnen van variatie worden weerspiegeld door de grote variatie in sensorische detectielimieten die in de wetenschappelijke literatuur te vinden zijn. Voorbeelden van sensorische detectielimieten in de literatuur zijn voor geosmine 0,90 µg/kg voor brasem, 0,59 µg/kg voor snoek, 6,5 µg/kg voor regenboogforel en 8,5 µg/kg voor channel catfish. Voor MIB zijn de sensorische detectielimieten opvallend lager: 0,095 µg/kg voor brasem, 0,085 µg/kg voor snoek, 0,075 µg/kg voor snoekbaars, 0,55 µg/kg voor regenboogforel en 8,5 µg/kg voor channel catfish. Sensorische detectielimieten zijn van belang om grenzen te kunnen stellen aan geosmine en MIB concentraties in de vis en in het water. Op basis van voorspelde bio-accumulatie van geosmine en MIB (meer hierover in deel 2), kunnen de sensorische detectielimieten gebruikt worden om maximaal toelaatbare concentraties in het water vast te stellen. Ook kunnen ze in combinatie met modelmatige voorspellingen van geosmine of MIB uitscheiding (ook deel 2) gebruikt worden om de benodigde afzwemtijd vast te stellen.

### ***Het belang van een goede en objectieve beoordeling van vis op grondsmaak***

Grondsmaak kan objectief worden gemeten

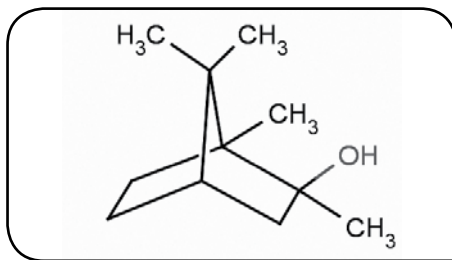
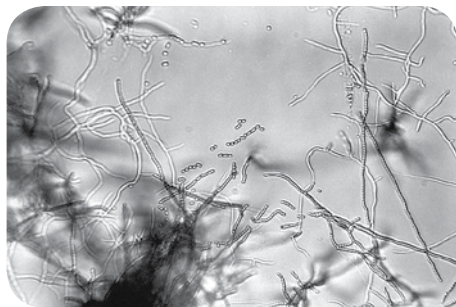


Fig. 2 Structuurformule 2-methylisoborneol

door een getraind sensorisch panel. Panelleden moet eerst geselecteerd worden op hun algemene capaciteiten om geuren en smaken te onderscheiden en te benoemen. Geselecteerde panelleden moeten vervolgens worden getraind in het beoordelen van vismonsters op grondsmak. Meestal wordt een schaal van 0 (smaak is afwezig in gekookte visfilet) tot 4 (geur is aanwezig in rauwe visfilet) gebruikt om vismonsters op grondsmak te beoordelen. Het goed en objectief kunnen beoordelen van visproducten van grondsmak is van groot belang voor de diverse spelers in de productieketen, en dan vooral ook voor de viskwekers zelf. Een viskweker die goed in staat is om zijn of haar vis op grondsmak te beoordelen, kan beter beoordelen of vis goed is afgezwommen en is bovendien veel beter in staat om het afzwemproces te verbeteren. Een goede sensorische beoordeling leidt tot een juiste typering van eventuele sensorische problemen met visproducten, hetgeen spraakverwarring tussen producenten en (klagende) afnemers kan voorkomen. Als kweker sta je sterker richting afnemers als je aantoonbaar goed in staat bent je vis op grondsmak te beoordelen. Als er klachten komen over grondsmak ben je in staat vast te stellen of het daadwerkelijk over grondsmak gaat. Je bent een betere gesprekspartner richting afnemers waardoor je uit je rol van beklagde kan stappen. In plaats daarvan kan je je proactief opstellen.

### **Huidige praktijk**

Zoals gezegd lijken Nederlandse viskwekerijen behoorlijk te variëren in de mate waarin ze last hebben van grondsmak. Toch is op alle kwekerijen waar metingen zijn verricht geosmine en MIB aangetroffen in het kweekwater. Het is dus niet zo dat als de vis weinig last heeft van grondsmak, dat de grondsmakveroorzakende stoffen ook helemaal niet aanwezig zijn. Ze zijn er wel degelijk, maar de concentraties zijn dermate laag dat



*Fig. 3 Streptomyces, een geosmine en MIB producerende actinomyceet*

de hoeveelheden die in de vis accumuleren te laag zijn om grondsmak te veroorzaken: de concentraties in de vissen blijven onder de sensorische detectielimiet. In deel 2 van deze serie over grondsmak zal dieper worden ingegaan op het proces van opname en uitscheiding van geosmine en MIB door vissen in relatie tot de concentraties van deze stoffen in het kweekwater. Opvallend genoeg doet de variatie in grondsmak zich ook voor tussen kwekerijen die wat ontwerp en management betreft op het eerste gezicht weinig van elkaar verschillen. De oorzaak van de variatie in grondsmak tussen kwekerijen is dan ook niet bekend. Het goede nieuws is natuurlijk dat het in principe mogelijk is om vis zonder grondsmak te kweken in een recirculatiesysteem. Echter, concrete maatregelen die aantoonbaar grondsmak in vis uit recirculatiesystemen kunnen voorkomen zijn er niet. Maatregelen die op een kwekerij leidden tot een vermindering van grondsmak, hadden niet hetzelfde effect op andere kwekerijen. De enige manier waarop het probleem momenteel beheerst kan worden is het laten afzwemmen van de vissen voorafgaand aan de verkoop. Het afzwemproces is gebaseerd op de omkeerbaarheid van de bio-accumulatie van geosmine en MIB in visvlees. Wanneer vissen met grondsmak in water zonder geosmine en MIB geplaatst worden, leidt dit tot het zich

opnieuw instellen van het evenwicht tussen de concentraties van deze stoffen in het water en in de vis (hierover meer in deel 2). Als gevolg daarvan dalen de concentraties in het visvlees. Als dit proces wordt voortgezet totdat de concentraties in de vis onder de sensorische detectielimieten komen, is de vis grondsmak vrij. Het afzwemproces is helaas niet de ideale beheersmaatregel; er kleven nadelen aan. In de eerste plaats is het proces niet altijd betrouwbaar en voorspelbaar wat betreft de benodigde tijd en het resultaat. Binnen een partij vissen die wordt afgezwommen kan veel variatie zitten in grondsmak. Het beoordelen van een partij vis op basis van een klein monster kan daardoor leiden tot de onterechte conclusie dat de hele partij vrij is van grondsmak, met alle gevolgen van dien als deze partij vervolgens verkocht wordt aan een kritische afnemer. Het tijdens de kweek laten ontstaan van grondsmak en daarmee de noodzaak om de vissen af te zwemmen voordat deze verkocht kan worden, brengt een zeker risico met zich mee. Als in geval van calamiteiten door bijvoorbeeld een technisch mankement in de kwekerij een noodslachting nodig is, zit je met vis die eigenlijk onverkoopbaar en daardoor verloren is. Ook is het niet mogelijk om vissen rechtstreeks uit de kweek te verkopen en daarmee te profiteren van plotselinge, kortstondige vraag naar vis. Tot slot kost afzwemmen geld.

### **Economische aspecten**

Grondsmak wordt vaak genoemd als een van de belangrijkste economische problemen voor visteelt in recirculatiesystemen en vijvers. Harde getallen die een dergelijke bewering onderbouwen zijn er echter niet veel. Alleen voor de Amerikaanse Channel catfish industrie bestaan berekeningen van de kosten van grondsmak. De berekende kosten van grondsmak lopen sterk uiteen van 4 tot 26 dollarcent/kg. Voor de Europese of Nederlandse situatie zijn geen schat-

tingen gepubliceerd. Wel is duidelijk dat de kosten voor afzwemmen uiteenvallen in enerzijds afschrijving op investeringen en operationele kosten verbonden aan het benodigde afzwemsysteem en anderzijds aan het verlies van visgewicht. Uit eigen onderzoek bij IMARES is gebleken dat Afrikaanse meerval tijdens afzwemmen bijna 9% lichaamsgewicht kan verliezen in zeven dagen. Dit is deels darminhoud en deels lichaamsweefsel. Omdat de vis niet gevoerd wordt tijdens het afzwemmen, moet de vis lichaamsweefsels verbruiken om zichzelf van energie te voorzien. Welke lichaamsweefsel vooral verbruikt worden, bijvoorbeeld vet tussen de spieren of vet rond de organen, is nog niet geheel duidelijk maar natuurlijk wel relevant voor het effect van afzwemmen op het eindproduct. De economische schade als gevolg van verlies van lichaamsgewicht is ook afhankelijk van de manier waarop de vis verkocht en afgerekend wordt met afnemers. Als een vis verkocht wordt als filet en tegelijkertijd vooral vet dat zich rond de organen bevindt verbruikt, dan heeft gewichtsverlies als gevolg van afzwemmen weinig invloed op de opbrengst. Het wordt al anders als de vis vooral vetweefsel dat zich tussen het spierweefsel bevindt verbruikt. De schade door verlies van lichaamsgewicht is het grootst bij vis die

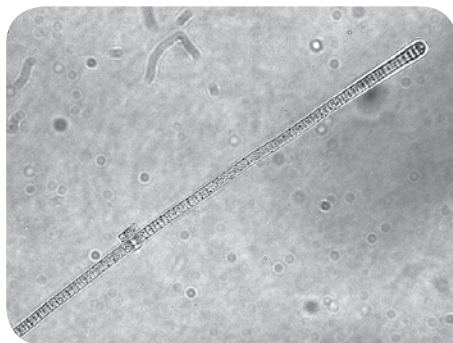


Fig. 4 *Oscillatoria brevis*, een geosmine en MIB producerende cyanobacterie

als hele, dichte vis verkocht en afgerekend wordt. Hoeveel gewicht verschillende vissoorten verliezen tijdens het afzwemmen en ten koste van welke weefsels dat gaat, moet nader onderzocht worden. Dat verlies van lichaamsgewicht in potentie grote economische schade aan kan richten, blijkt uit het volgende rekenvoorbeeld van een meervalkwekerij met een jaarlijkse productie van 100 ton. Stel, de kostprijs en marktprijs bedragen respectievelijk €1,10 en €1,25. De vissen worden niet afgezwommen. De winst bedraagt dan  $100.000 \times 1,25 - 100.000 \times 1,10 = \text{€}5.000$ . Als deze vis wel grondsmak heeft en tijdens het afzwemmen 4% lichaamsgewicht verliest, dan verkoopt de kweker van de jaarlijkse productie van 100 ton maar 96 ton vis. De winst bedraagt dan  $96.000 \times 1,25 - 100.000 \times 1,10 = \text{€}12.000$ . Met 4% verlies van lichaamsgewicht gaat in dit voorbeeld 20% van de winst verloren. De kosten voor afzwemmen zijn dan gemakshalve zelfs nog buiten beschouwing gelaten.

Misschien wel de grootste en tegelijkertijd de moeilijkst te meten economische schade als gevolg van grondsmak wordt veroorzaakt door de lage waardering van de consument voor kweekvis met grondsmak. Negatieve ervaringen van consumenten met vis door grondsmak hebben mogelijk een grote invloed op de herhaling van aankoop van vis en de prijs die de consument wil betalen. Hier is voor zover bekend geen gericht onderzoek naar gedaan maar dit effect is zeker niet ondenkbeeldig. Mogelijk maakt de consument helemaal geen onderscheid tussen kweekvissen met grote of kleine kans op grondsmak. Dat zou betekenen dat negatieve ervaringen met gronderige kweekvis zijn weerslag heeft op het marktvolume en marktprijs van kweekvis in het algemeen.

### ***Hoe ontstaat grondsmak in kweekvis en hoe kan het bestreden worden?***

Grondsmak wordt dus veroorzaakt door de aanwezigheid van geosmine of 2-me-

thylisoborneol in het visvlees, maar hoe komen deze stoffen in de vis terecht? De bron wordt gevormd door diverse microbiota die leven in de viskweeksystemen en deze stoffen produceren. Wanneer geosmine en MIB vrijkomen uit de microbiota en in het kweekwater terecht komen, worden ze heel snel opgenomen door de vissen. Dit komt doordat het zogenaamde lipofiele stoffen zijn, hetgeen betekent dat ze veel beter oplossen in vet dan in water. Het grootste contactoppervlak tussen het water en de vis wordt gevormd door de kieuwen. Geosmine en MIB komen dan ook via de kieuwen de vis binnen en verspreiden zich via de bloedsomloop door het hele lichaam om zich vervolgens op te hopen in vetweefsels (bio-accumulatie). Deze aaneenschakeling van gebeurtenissen die uiteindelijk leidt tot grondsmak in kweekvis laat zien dat voor de bestrijding van grondsmak de aandacht op drie onderdelen van het viskweekstelsel gericht kan worden: de microbiota die geosmine en MIB produceren, het kweekwater dat deze stoffen naar de vis transporteert en de vis die de stoffen opneemt. In theorie kan grondsmak dus op drie fronten bestreden worden. Grondsmak kan voorkomen worden door het bij de bron aan te pakken door te voorkomen dat microbiota geosmine en MIB produceren. Grondsmak kan ook voorkomen worden door verwijdering van geosmine en MIB uit het kweekwater. Tot slot kan grondsmak in het eindproduct voorkomen worden door de opname van geosmine en MIB uit het water door de vis te belemmeren of de uitscheiding te verbeteren. In het tweede deel van deze serie over grondsmak wordt op alle drie deze mogelijkheden dieper in gegaan.

Voor dit artikel is gebruik gemaakt van een groot aantal bronnen. Ten behoeve van de leesbaarheid zijn literatuur referenties echter weggelaten.