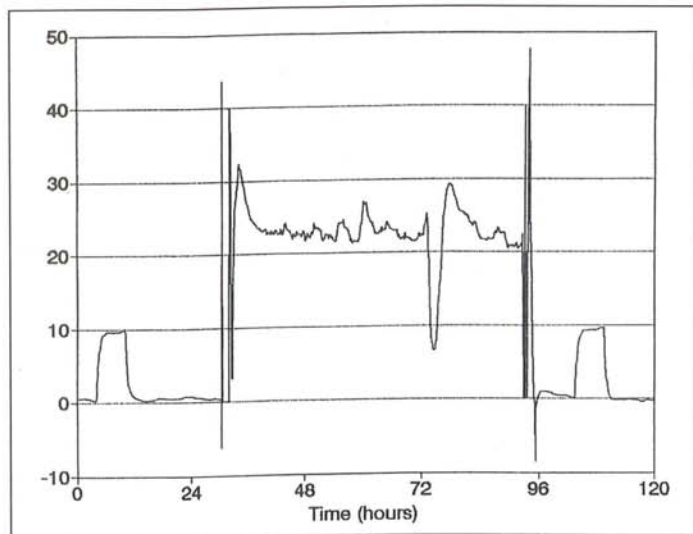


Onderzoek naar glucose-alcohol omzetting bij paling in winterslaap

Is paling met alcohol een goede combinatie?

door dr. ir. Vincent van Ginneken (Biologie, Universiteit Leiden)

In een voorgaand artikel hebben we aangetoond dat paling onder lage zuurstofcondities in een soort winterslaap kan gaan 'stofwisselingsonderdrukking'. Door de snelheid van de stofwisseling met 70% te reduceren kunnen de dieren tijdelijk zuiniger met hun energievoorraden omgaan en wordt de snelheid van de vorming van schadelijke afvalstoffen zoals melkzuur tegengegaan. Op deze wijze kunnen de dieren korte perioden van bijvoorbeeld lage zuurstofcondities overbruggen. Nu is er bij drie Cypriniden soorten, de goudvis, de kroeskarper en de bittervoorn, aangetoond dat ze de schadelijke melkzuurvorming kunnen tegengaan door glycogeen om te zetten in gewone alcohol met een



■ *Figuur 1: Stofwisselingsonderdrukking bij een paling van 78 gram. Het experiment start met een ijking van de calorimeter tot 10 MW en eindigt met een ijking.*

speciaal enzym (alcohol-dehydrogenase) in de spier. De alcohol kan gewoon uit het lichaam naar het omringende water diffunderen en op deze wijze wordt een verzuring van het lichaam tegengegaan. Een recent Frans onderzoek (1) toont aan dat de Europese paling blootgesteld aan hoge druk (101 atmosfeer) alcohol produceert. Dit was voor ons de reden om te onderzoeken of paling onder condities zonder zuurstof alcohol produceert en uitscheidt (2).

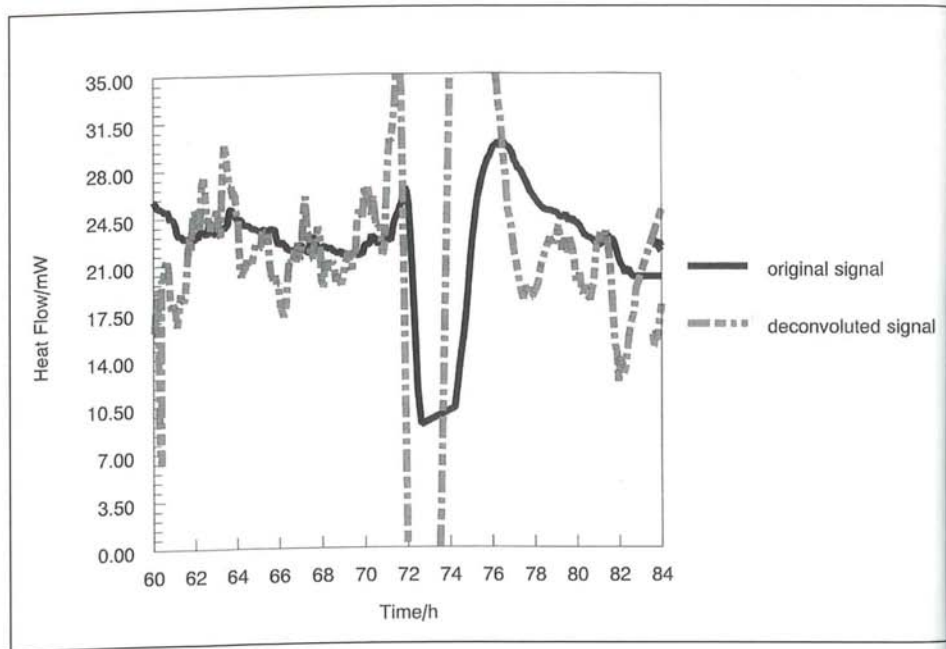
De snelheid waarmee paling in winterslaap geraakt

Het mechanisme van stofwisselingsonderdrukking werd aangetoond in een speciaal ontwikkelde microcalorimeter die lichaamstemperaturen van koudbloedigen tot op een honderdduizendste graad nauwkeurig kan meten. We zien (Figuur 1) dat paling de stofwisseling met 70% reduceert onder anoxie (geen zuurstof) en dat er enkele uren na de 'winterslaap' een extra behoefte is aan zuurstof (132% ten opzichte van controle-verbruik) voor herstelprocessen in het lichaam. Omdat het medium water tamelijk ongevoelig is voor temperatuurveranderingen, en omdat het meetsysteem erg traag is (een tijdconstante) kunnen we niet direct iets zeggen over de actuele respons van de paling op anoxie. Treedt dit bijvoorbeeld direct op als het dier geen

zuurstof meer krijgt of geleidelijk. Als we de tijdconstante van het systeem bepalen kunnen we met een bepaalde wiskundige rekenmethode (deconvolutietechnieken) achteraf herberekenen hoe het dier gereageerd moet hebben op het lage zuurstofaanbod. Dit is weergegeven in Figuur 2. Het duurt een half uur voordat het proces van stofwisselingsonderdrukking volledig in gang is gezet.

Paling met een hoog alcoholpromillage in het bloed

In een apart experiment buiten de calorimeter, werden palingen enkele uren blootgesteld aan zuurstofloosheid en de vorming van lactaat (melkzuur) in het bloed en de alcoholproductie in het bloed en water werden gemeten. In Figuur 3 zien we dat de melkzuur in het bloed van de palingen stijgt



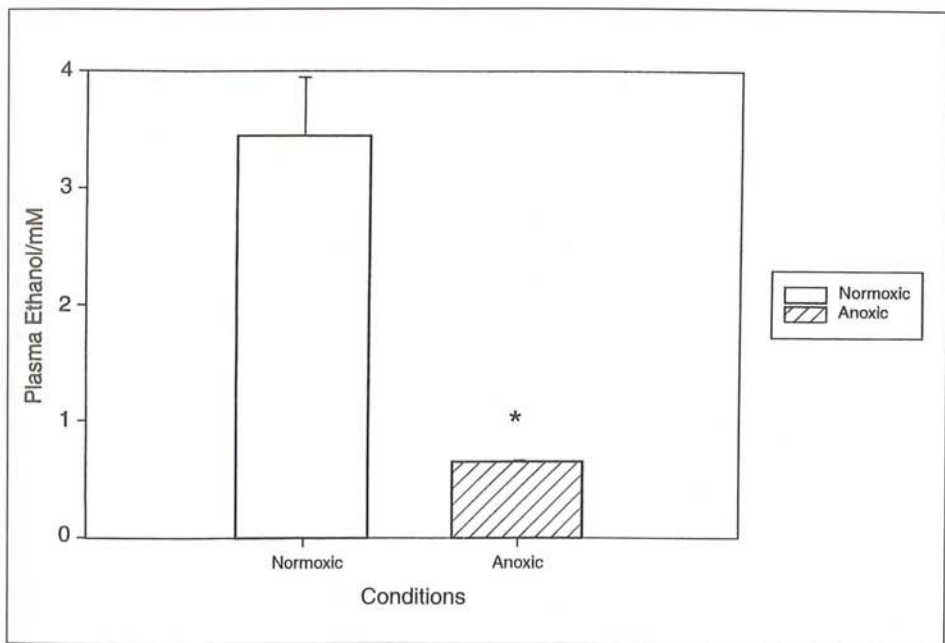
■ Figuur 2: Origineel (vast) signaal en signaal gecorrigeerd met de tijdconstante voor het systeem met behulp van deconvolutietechnieken (gestippeld).

van 1.7 mM in de controlegroep tot 31.7 mM in de anoxie-groep. De anaërobe stofwisseling wordt dus in sterke mate geactiveerd. Alcohol werd echter niet geproduceerd. In de controle groep werd in het bloed een alcoholconcentratie van 3.4 mM gevonden (ze hadden geen borrel op maar deze alcoholproductie kan veroorzaakt worden door microbiële activiteit in het dier) en het alcoholpercentage daalde significant tot 0.64 mM in de anoxie groep (Figuur 4). In het omringende water werd geen alcohol gemeten.

Paling onder hoge druk produceert wel alcohol

Terugkomend op het Franse onderzoek waar bij paling blootgesteld aan hoge druk wel alcoholvorming werd gevonden. Palin-

gen werden in dit onderzoek blootgesteld aan 101 atmosfeer in een hogedrukkamer van 130 liter. Hoge druk alleen gaf een stijging van het alcoholpercentage met 78% te zien in rode spier en 133% in plasma. De combinatie van hoge druk en zuurstofloosheid gaf een nog grotere stijging te zien van alcoholpercentages, rode spier (+150%), lever (+91%), en plasma (+194%). Wat kan de functie zijn van deze alcoholproductie onder hoge druk en hoe kunnen we de verschillen tussen beide studies verklaren? Omdat paling mogelijk op extreme diepte (2 kilometer) (3) de terugreis maakt naar de paaigronden in de Sargassozee zou volgens de Fransen de alcohol een functie kunnen hebben in het aanpassen van de cel en weefselmembranen aan de hoge druk. Onze studie toont aan dat bij zuurstofloos



■ *Figuur 3: Melkzuurvorming in bloedplasma van een normoxische groep (100% zuurstof) en een anoxische groep (0% zuurstof).*

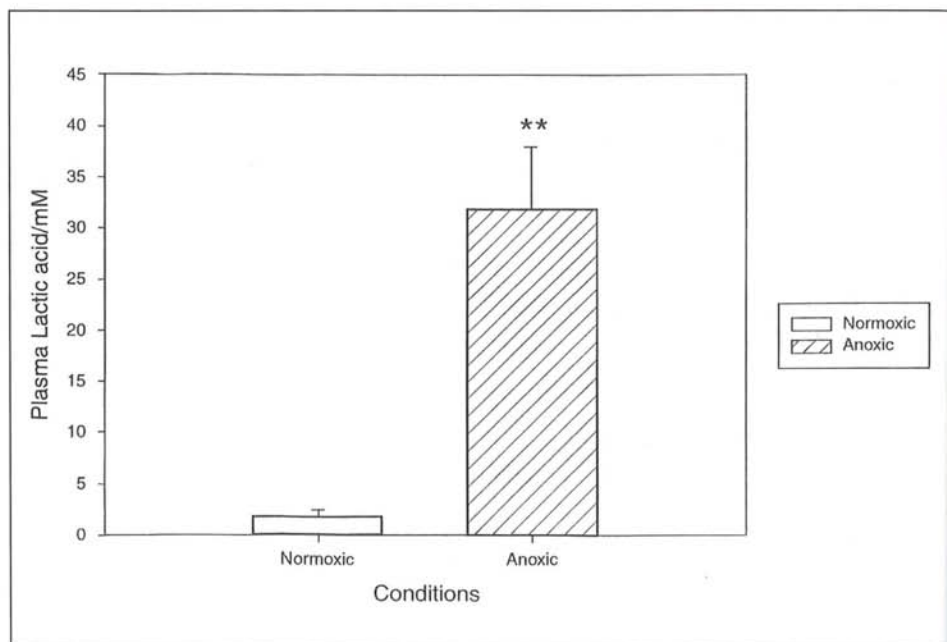
heid het glucose-ethanol conversie mechanisme geen belangrijke rol speelt. Het feit dat de Fransen wel een geringe alcoholproductie vinden in paling onder hoge druk is hier niet mee in tegenspraak. Echter harde uitspraken over het bestaan van de glucose-ethanol biochemische route in paling kunnen alleen gedaan worden als het enzym alcoholdehydrogenase in het spierweefsel van paling kan worden aangetoond.

Dankbetuiging

Het aalonderzoek bij Biologie, Universiteit Leiden, werd gesponsord door de Technologiestichting (STW) projectnummer: LBI66.4199. Ir. J.van Rijsingen (Royaal BV, Helmond) was medesponsor en lid van de gebruikerscommissie.

Literatuur

1. Sebert, P.; Simon, B.; Barthelemy, L. (1992). Ethanol concentrations in plasma and tissues of freshwater eel (*Anguilla anguilla*) exposed to 101 ATA of hydrostatic pressure, *Comp.Biochem.Physiol.* 101A, 233-235.
2. Van Ginneken, V.J.T.; Onderwater, M.; Lamúa Olivar, O.; van den Thillart, G.(2001). Metabolic depression and investigations of glucose/ethanol conversion in the European eel (*Anguilla anguilla* Linnaeus 1758) during anaerobiosis. *Thermochimica Acta* 373, 23-30.
3. Robins, C.R.; Cohen, D.M.; Robins, C.H.(1979). The eels *Anguilla* and *Histiobranchus*, photographed on the floor of the deep Atlantic in the Bahamas. *Bull.Mar.Sci.* 29, 401-405.



■ Figuur 4: Alcoholproductie in bloedplasma van een normoxische groep (100% zuurstof) en een anoxische groep (0% zuurstof).