## Dierlijke producten

Tot de dierlijke producten worden gerekend; vlees, hele prooi, karkassen, insecten en andere ongewervelde, vis en schaaldieren. In paragraaf 4.4. wordt alleen aandacht besteed aan vlees, karkassen, melk en eieren. Andere dierlijke producten komen elders aan bod.

#### De eiwitkwaliteit van dierlijke producten is vaak hoog, dat wil zeggen een goede verteerbaarheid en biologische waarde

De belangrijkste functie van eiwit in het voer is het voorzien in de aminozurenbehoefte van het dier. In het maag-darmstelsel worden voereiwitten afgebroken tot aminozuren. Deze

aminozuren worden in het lichaam vervolgens weer opgebouwd tot veel verschillende lichaamseiwitten. Om deze functie goed te kunnen vervullen is het in de eerste plaats belangrijk dat het eiwit goed verteerbaar is. Niet alle dierlijke eiwitten zijn even goed verteerbaar. Collageen, wat we onder meer in bot en pezen vinden, is bijvoorbeeld slecht

verteerbaar. Dat geldt nog sterker voor het eiwit keratine, het hoofdbestanddeel van haar, veren en nagels.

Een tweede belangrijk aspect is de biologische waarde van het eiwit. De biologische waarde van een voereiwit wordt bepaald door de aminozurensamenstelling. Hoe meer de samenstelling van voereiwit lijkt op dat van het lichaamseiwit hoe hoger de biologische waarde. De eiwitten in eieren en melk hebben de hoogste biologische waarde. Niet onlogisch als je bedenkt dat uit een ei uiteindelijk een compleet dier komt en dat melk de groei van jonge dieren mogelijk maakt. De gemiddelde biologische waarde van eiwitten uit complete dierlijke producten is hoger dan die van onderdelen zoals vlees of specifieke organen.

#### Vlees en organen zijn arm aan veel nutriënten

De letterlijke vertaling van het begrip ‘carnivoor’ is vleeseter. Voor ons betekent vlees over

het algemeen spier- of orgaanvlees. Dit zijn nu juist behoorlijk eenzijdige producten. Weliswaar is het eiwitgehalte hoog en heeft het eiwit een hoge biologische waarde maar bijvoorbeeld de mineralenvoorziening van vlees is zeer onder de maat. Het calciumgehalte is zelfs extreem laag en ook bijvoorbeeld het gehalte aan ijzer is lang niet zo hoog als wel eens geloofd wordt. In de tabel hieronder worden de gehalten van een aantal dierlijke producten vergeleken met de norm voor groeiende honden. Groei stelt hoge eisen aan de samenstelling van de voeding. Wanneer dus voldaan wordt aan deze norm mag je ook aannemen dat de producten voldoen aan de eisen van andere carnivoren.

**Tabel 24:** Samenstelling (eenheden per MJ energie) van rundvlees, lever, pens en kalfsbot vergeleken met de norm voor groeiende honden. (**Vet** geeft gehalten onder de norm, *cursief* gevaarlijke overmaat.)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Gehalten per MJ energie | Norm2 | Mager (4% vet)3 rundvlees | Vet (24%)  rundvlees | Lever rund | Pens (vuil) | Kalfsbot (vlezig) |
| Eiwit (g) | 17 | 38,2 | **13,7** | 37,7 | 34,5 | 26,4 |
| Calcium (g) | 0,6 | **0,007** | **0,009** | **0,013** | **0,2** | 15,9 |
| Fosfor (g) | 0,5 | **0,35** | **0,12** | 0,68 | **0,2** | 7,1 |
| Ca:P | 1,5:1 | **1:50** | **1:13** | **1:52** | 1:1 | 2,2:1 |
| Natrium (g) | 0,12 | **0,10** | **0,08** | 0,15 | **0,09** | 0,17 |
| Koper (mg) | 0,6 | **0,13** | **0,03** | 5,7 | **0,17** | 0,8 |
| Jodium (mg) | 0,06 | **0,005** | **0,003** | **0,01** | Onb. | Onb. |
| Mangaan (mg) | 0,6 | **0,04** | **0,02** | 0,38 | **0,05** | **0,26** |
| IJzer (mg) | 6 | **3,45** | **1,7** | 42 | 16,6 | 11,5 |
| Vit A (IE) | 5381 | **122** | **40,3** | *96.000* | Onb. | Onb. |
| Vit E (IE) | 1,8 | **0,9** | **0,5** | **0,8** | Onb. | Onb. |

1. Maximaal 23.900 IE/MJ
2. Fediaf norm voor groeiende honden
3. Gehalten in producten gebaseerd op Meyer en Zentek

De tabel hiervoor laat een aantal opmerkelijke eigenschappen van verschillende dierlijke producten zien. Bij vlees zijn behalve eiwit eigenlijk alle gehalten te laag. Dieren die op een rantsoen van uitsluitend vlees gehouden worden ontwikkelen dan ook allerlei mogelijke gebrekverschijnselen met als belangrijkste diverse botaandoeningen door het tekort aan calcium en de verkeerde Ca/P verhouding. Dat het ijzergehalte van vlees laag is lijkt niet zo voor de hand te liggen. Doordat bij het slachten de dieren leegbloeden daalt het ijzergehalte in de weefsels aanzienlijk. Het vlees van wild is veel ijzerrijker omdat deze geschoten dieren niet of veel minder verbloeden.

De gehalten van vet vlees zijn nog ongunstiger. Dit komt omdat vet weinig anders bevat dan vet alleen. Een hoog percentage vet ‘verdunt’ dus eigenlijk alle andere bestanddelen. Dit is goed te zien in de kolom ‘vet vlees’ waarin zelfs het eiwitgehalte lager is dan de norm. Daar komt nog bij dat vet vlees bijna twee keer zoveel energie bevat als de magere variant. Dieren hoeven dus maar de halve hoeveelheid (ten opzichte van de magere variant) te eten om te voorzien in hun energiebehoefte. Dat maakt dat de dieren nog minder nutriënten binnen krijgen.

De mineralengehalten in lever zijn gunstiger hoewel het calciumgehalte ook hier heel laag is. Een risico van lever is het extreem hoge gehalte vitamine A. Langdurig voeren van lever kan uiteindelijk leiden tot vitamine A vergiftiging. Dit kan vervolgens onder meer leiden tot botmisvormingen.

De tabel laat zien dat vers kalfsbot met aanhangend vlees aardig in de richting van een volwaardig voedermiddel voor carnivoren komt.

#### Hoe vollediger het voederdier hoe beter de voederwaarde voor carnivoren

Carnivore dieren eten meestal vrijwel alle onderdelen van hun prooi. Bij een populatie wolven in Yellowstone park in de VS is uitgebreid waargenomen hoe deze dieren hun prooi opnemen.

In de meeste gevallen worden via de geopende buikholte eerst de organen opgegeten. Vervolgens komen de grote spieren in de achterhand aan de beurt gevolgd door de kleinere

spieren verbonden aan huid en skelet. De laatst gegeten delen zijn de huid en de hersenen. Uiteindelijk blijft alleen een deel van het skelet, de haren en de (voor)maaginhoud over. Een andere onderzoeker observeerde dat wolven ook het bloed van hun prooidier oplikken.

Uit het gegeven dat wolven vaak hun prooidier via de buik openen wordt wel eens geconcludeerd dat ze dat doen om de darminhoud te bemachtigen met daarin voorverteerde plantenresten . Dit is een erg onwaarschijnlijke verklaring. Als een groep wolven een prooi verwerft zal hun gedrag er op gericht zijn om zoveel mogelijk energie binnen te krijgen, er is namelijk altijd een kans is dat de prooi door concurrenten wordt overgenomen. In dat licht is het uiterst onlogisch dat de dieren voor de energiearme halfverteerde plantenresten zouden gaan. Bovendien betekent gedeeltelijk verteerd dat een deel van het materiaal uit de planten al is opgenomen. Het deel wat nog over is zal voor de wolf nog moeilijker verteerbaar zijn. De meest waarschijnlijke verklaring voor opening via de buikholte is dat dit een relatief gemakkelijk aangrijpingspunt voor het wolvengebit is. Een mogelijke andere verklaring is de aanwezigheid van vet in de buikholte van het prooidier. Hoe dan ook; vrijwel alles van de prooi wordt gegeten.

Zo volledig mogelijke prooidieren lijken daarom voedingskundig het beste aanbod voor carnivoren. De volgende tabel illustreert dit. Hierin zijn de gehalten van een groter prooidier weergegeven en verder gehalten van prooidieren die vooral aan vogels en reptielen worden gevoerd.

**Tabel 25:** Samenstelling (eenheden per MJ energie) van jong hert, kip, rat en 1- dagskuiken vergeleken met de norm voor groeiende honden. (**Vet** geeft gehalten onder de norm.)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Gehalten per MJ energie | Norm1 | Jong Hert2 | Kip | Rat | 1 dags kuiken |
| Eiwit (g) | 17 | 28,5 | 20 | 27,3 | 34,1 |
| Calcium (g) | 0,6 | 2,41 | 1,1 | 1,16 | 0,66 |
| Fosfor (g) | 0,5 | 1,25 | 0,67 | 0,65 | 0,5 |
| Ca:P | 1,5:1 | 1,9:1 | 1,6:1 | 1,8:1 | 1,3:1 |
| Natrium (g) | 0,12 | 0,1 | Onb. | Onb. | 0,41 |
| Koper (mg) | 0,6 | **0,25** | **0,17** | **0,28** | **0,22** |
| Jodium (mg) | 0,06 | Onb. | Onb. | Onb. | Onb. |
| Mangaan (mg) | 0,6 | Onb. | **0,48** | **0,48** | **0,09** |
| IJzer (mg) | 6 | **4** | 5,8 | 6,55 | 10 |
| Vit A (IE) | 5381 | Onb. | 1695 | 6700 | Onb. |
| Vit E (IE) | 1,8 | Onb. | 2,4 | 6,1 | Onb. |

1. Fediaf norm voor groeiende honden
2. Cijfers prooidieren: Dierenfeld et al., 2002

Er zijn heel weinig cijfers over de samenstelling van grote voederdieren. Van voederdieren die aan vogels en reptielen worden verstrekt zoals muizen en kuikens zijn wat meer cijfers bekend. Toch is het totaal aantal bepalingen die gedaan zijn aan deze dieren ook hier gering. Er is dus nog veel onzekerheid over de betrouwbaarheid van de beschikbare cijfers.

Het vetgehalte van prooidieren en delen daarvan kan ook nog een probleem zijn. Gedomesticeerde dieren zijn altijd vetter dan hun wilde verwanten en de delen van vooral grotere dieren die worden gevoerd zijn regelmatig nog eens extra vet. Naarmate vlees vetter is, is het ook goedkoper en daarom aantrekkelijk voor de inkoop.

**Zorgvuldige omgang met dierlijke producten en de overblijfselen daarvan is belangrijk** Zoals alle dierlijke producten kunnen vlees en voederdieren besmet zijn met ook voor de mens schadelijke bacteriën. Hygiëne bij de bereiding en vooral ook persoonlijke hygiëne, zoals handen wassen, zijn erg belangrijk.

Resten van dierlijke prooi vormen zogenaamd artikel 3 materiaal. Dit materiaal moet volgens wettelijk vastgelegde procedures afgevoerd worden. Volg daarom de in de tuin gehanteerde voorschriften zorgvuldig op.

#### Melk en eieren zijn hoogwaardige voedermiddelen maar daarmee nog niet geschikt voor alle diersoorten

Melk wordt door veel dieren graag opgenomen. Dit is voor een deel verklaarbaar door de wat

zoetige smaak van het product veroorzaakt door melksuiker of lactose. Lactose is een disaccharide wat eerst gesplitst moet worden door het spijsverteringsenzym lactase voordat het opgenomen kan worden in het lichaam. Dit enzym is bij jonge dieren ruim voldoende aanwezig maar naarmate dieren ouder worden neemt de productie af. Op zich logisch omdat onder natuurlijke omstandigheden door oudere dieren na het spenen geen melk meer wordt opgenomen.

Wanneer oudere dieren melk krijgen aangeboden kunnen ze prima gebruik maken van het eiwit, de lactose is echter een probleem. Wanneer deze niet afgebroken wordt door het enzym lactase komt het ongewijzigd in de dikke darm. De daar aanwezige bacteriën breken het wel snel af waarbij door de grote productie van vluchtige vetzuren de darminhoud snel verzuurt. Daarbij zorgt de hoge concentratie van suikers in de dikke darm voor onttrekking van water aan de darmwand. De combinatie van beide processen leidt vaak tot voedingsdiarree. Bij zure melkproducten is het lactose gehalte vaak lager omdat daar de lactose is omgezet in melkzuur. Koemelk wijkt qua samenstelling belangrijk af van de melk van veel andere zoogdieren. In de meeste gevallen is het dan ook volstrekt ongeschikt als vervangende melkbron voor andere zoogdieren.

Kippeneieren zijn rijk aan zeer hoogwaardig eiwit en bevatten daarnaast nog essentiële vetzuren. Het calciumgehalte is laag tenzij ze met schaal en al gevoerd worden. Een schaal van een gemiddeld kippenei levert ongeveer 2 gram calcium, wat neerkomt op ruwweg 4%

van het gehele product. Rauw ei bevat de stof avidine. Deze gaat de werking van biotine tegen. Een ander aspect waar men rekening mee moet houden is de buitenkant van eieren, deze kan besmet zijn met salmonella of andere schadelijke bacteriën. Hoewel het aantal besmettingen is afgenomen geldt ook hier dat zorgvuldige omgang met het product wenselijk is.

## Vis en verwante producten

#### Ook voor vis geldt dat hoe completer het product is hoe hoger de voederwaarde

Vis, inktvis, kreeftachtigen en schaaldieren zijn producten die qua voedingswaarde erg lijken

op andere dierlijke producten. Ook voor deze categorie geldt dat de biologische waarde van het eiwit erg hoog is. Hoe completer het product hoe hoger de voederwaarde, ook van vissen is het spier en orgaanweefsel arm aan alles behalve eiwit.

Een belangrijk verschil is de samenstelling van de vetzuren. Deze zijn in vis in tegenstelling tot landdieren voornamelijk onverzadigd en behoren voor een groot deel tot de groep van de omega-3 vetzuren. Hoewel vis en vlees voor wat betreft de chemische samenstelling op het eerste gezicht grote overeenkomsten vertonen lijkt het vanwege het verschil in vetzuursamenstelling niet verstandig een viseter vlees aan te bieden.

De variatie in de gehalten is ook bij vis zeer groot. Onderstaande tabel geeft een paar voorbeelden.

**Tabel 26:** Gehalten in hele vis en verwante producten.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Vissoort | D.S. % | GE | Re | Rv | Ca | P | Vit A | Vit D3 |
|  | MJ/kg d.s. | g/kg d.s. | g/kg d.s. | g/kg d.s. | g/kg d.s. | IE/kg d.s. | IE/kg d.s. |
| Garnalena,c | 21,1 | 19,8 | 760 | 35 | 25 | 15 | 286 | 952 |
| Haringa | 24,6 | 24,8 | 550 | 250 | 30 | 17 | 21.284 | 7.593 |
| Inktvisa, b | 17,1 | 22,8 | 700 | 100 | 1,5 | 12 | 2.941 | 0 |
| Magere visb | 21 | 20,4 |  |  |  |  | 1.587 | 761,9 |
| Makreela | 34,1 | 25,4 | 500 | 450 | 10 | 10 | 59.108 | 16.800 |
| Matig vette visb | 24 | 24,7 |  |  |  |  | 5.556 | 2.833 |
| Mosselen, gekooktb | 15 | 30,3 |  |  |  |  | 27.333 | 0 |
| Sprota | 20,4 | 20,7 | 600 | 150 | 15 | 10 | 14.706 | 2.510 |

aBernard en Allen, 1997; bBeemster et al., 2001

De verschillen in gehalten vallen natuurlijk op. Hierbij moet aangetekend worden dat deze waarden gebaseerd zijn op bijzonder weinig bepalingen. Wereldwijd zijn er maar enkele tientallen bepalingen aan de samenstelling van hele vis gedaan. Dit staat statistisch gezien ongeveer gelijk aan nul. Binnen dit geringe aantal bepalingen valt ook nog eens de enorme variatie in gehalten op. De figuur hieronder illustreert dit.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Haring** | **Ansjovis** |
| **Vetgehalte** | 13,3% - 43,0% | 16,8% - 33,3% |
| **Ca-gehalte** | 1,62% - 6,41% | 1,84% - 2,80% |
| **Vit A-gehalte** | 10.700 IU - 31.864 IU | 7.087 IU - 38.242 IU |

**Figuur 34:** Variatie in de gehalten van hele vis.

De figuur illustreert een van de grote problemen bij het voeren van vis. Je weet nooit wat je precies voert. Het energiegehalte, het eiwitgehalte en de gehalten aan vitaminen en mineralen kunnen enorm variëren.

Dat is overigens nog geen reden om er maar op los te supplementeren. De gehalten van hele zeevis lijken het hele jaar toereikend om de behoeften van viseters te dekken. Zoetwatervis heeft vaak hele lage vetgehalten en er zijn nauwelijks data van bekend. Hier lijkt enige terughoudendheid met betrekking tot de samenstelling op zijn plaats.

#### Vitamine B1 en vitamine E verdienen extra aandacht bij het voeren van vis

Na de dood van een vis kan het enzym thiaminase actief worden. Dit is een zogenaamde

antagonist, in dit geval van vitamine B1 of thiamine. Een antagonist in de voeding is een stof die de werking van een nutriënt tegengaat. Daardoor kunnen er gebrekverschijnselen optreden ondanks de ogenschijnlijke aanwezigheid van het nutriënt, we noemen dit een secundaire deficiëntie. Om de eventuele aanwezigheid en nadelige werking van thiaminase tegen te gaan wordt vrijwel altijd extra vitamine B1 aan gevoerde vis toegevoegd.

Vis is rijk aan onverzadigde vetzuren. Onverzadigde vetzuren reageren vrij gemakkelijk met zuurstof (oxidatie), hierdoor wordt het vet waarin de vetzuren zich bevinden ranzig. Ranzig vet of olie is onsmakelijk, minder goed verteerbaar en kan zelfs toxisch zijn. De van nature in vis aanwezige vitamine E beschermt tegen de ongewenste reacties met zuurstof. Vitamine E is daarom een anti-oxidant. De ‘beschermingsactiviteiten’ van vitamine E gaan echter ten koste van de gehalten. Het tegengaan van oxidatie zorgt voor verbruik van de aanwezige vitamine E. Hierdoor kan vis een te laag vitamine E gehalte krijgen. Daarbij komt nog dat opname van

ranzig vet bij een dier de behoefte aan vitamine E juist doet vergroten. Vanwege deze aspecten wordt aan vis vitamine E in de vorm van een supplement toegevoegd.

Van vitamine B1 zijn geen toxische effecten bekend dus grote fouten kunnen bijna niet gemaakt worden met de supplementatie. Van vitamine E wordt vaak hetzelfde gedacht en het is inderdaad weinig giftig. Toch zijn er in de literatuur wel gevallen beschreven van schadelijke effecten van overmatige vitamine E toediening. Het nauwkeurig aanhouden van de aanbevolen dosis is dus aan te raden.

Bij het voeren van complete vis is er weinig aanleiding andere vitaminedeficiënties te verwachten. Vis is zeer rijk aan zowel vitamine A als D3. Wanneer bijvoorbeeld de in haring en andere zeevis gemeten gehalten worden vergeleken met bijvoorbeeld de behoefte van pinguïns blijkt de minimale behoefte ruim zeven keer gedekt te worden. Weinig aanleiding voor extra supplementatie buiten vitamine B1 en vitamine E dus.

## Insecten en andere ongewervelden

#### Insecteneters bestaan niet

Er zijn veel diersoorten die voor hun dieet ten dele, of zelfs volledig afhankelijk zijn van

ongewervelden. Belangrijk om te beseffen is het feit dat vele dieren geclassificeerd als insecteneters in feite veel meer eten dan uitsluitend insecten. Spinachtigen, kreeftachtigen (pissebedden), slakken en wormen zijn allemaal onderdeel van het dieet van veel klassieke ‘insecteneters’ zoals bijvoorbeeld egels, spitsmuizen en vele soorten vogels, reptielen en amfibieën. Ongewervelden vormen een enorme groep binnen het dierenrijk en hun nutritionele samenstelling varieert dan ook sterk. Binnen dierentuinen worden diëten voor insecteneters vaak relatief eenzijdig samengesteld. Het is moeilijk, zo niet onmogelijk, om zonder te supplementeren een volledig dieet samen te stellen uitsluitend uit insecten. Veel heeft te maken met de keuze voor de soorten die worden gevoerd.

#### We voeren plaagdieren

Zoals eerder genoemd is er een enorme variatie aan insecten. Als voedseldier binnen

dierentuinen wordt echter gebruik gemaakt van slechts een klein aantal soorten. De soorten die gebruikt worden zijn in eerste plaats niet geselecteerd om hun nutritionele kwaliteiten, maar vooral vanwege het gemak waarmee ze commercieel gekweekt kunnen worden. Insecten met een trage voortplantingscyclus of een moeilijk verkrijgbaar, specialistisch dieet zijn commercieel gezien niet interessant en worden nauwelijks gekweekt en verkocht. Commercieel wel interessant zijn de soorten die we kennen als plaagdieren. Meelwormen, moriowormen, treksprinkhanen, krekels en fruitvliegen zijn de meest gebruikte soorten. De genoemde soorten laten zich relatief eenvoudig kweken op een dieet van bijvoorbeeld meelproducten en gras. Van de diversiteit in het insectenrijk is in het dieet van onze insecteneters weinig terug te vinden. Hoe kunnen we de diversiteit van het natuurlijk dieet vertalen naar het relatief eenzijdige dieet in dierentuinen?

#### Calcium is het grootste struikelblok

Het belangrijkste kenmerk van ongewervelden is het ontbreken van een inwendig skelet. Bij

geleedpotigen komt de stevigheid van hun exoskelet, een samenstelling van pantserplaten met als belangrijkste bestanddeel de stof chitine. Hoewel chitine heel veel gemeen heeft met bepaalde eiwitten is het een suiker (Een stikstofhoudende polysacharide) en is het slecht verteerbaar. Drie niet nader genoemde soorten zoogdieren bleken slechts 2-20% van de chitine daadwerkelijk te verteren (Bernard, et al. 1997). De aanwezigheid van vleugels, poten

en dekschilden (kevers) in de ontlasting van vele insecteneters verraadt vaak wat het dieet geweest is.

Een gevolg van het ontbreken van een inwendig skelet, en tegelijk het bekendste nutritionele nadeel van insecten, is hun (extreem) lage calciumgehalte en ongunstige calcium:fosfor verhouding. De waarden en verhoudingen variëren van soort tot soort, maar vallen over het algemeen ongunstig uit. Tabel 27 laat de calcium en fosfor waarden van enkele veel gebruikte voedseldieren zien, waarbij vooral de gunstige waarden van de regenworm opvallen.

**Tabel 27:** Calcium –en fosforgehaltes en de verhouding calcium:fosfor in veel als voedseldier gebruikte ongewervelden. (gehaltes als % op basis van DS) (Bernard et al., 1997)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Calcium | Fosfor | Ca:P |
| Fruitvlieg | 0,10 | 1,05 | 0,10:1 |
| Huiskrekel | 0,14 | 0,99 | 0,14:1 |
| Meelworm | 0,11 | 0,77 | 0,14:1 |
| Morioworm | 0,16 | 0,59 | 0,27:1 |
| Wasmotlarve | 0,11 | 0,62 | 0,18:1 |
| *Regenworm* | *1,72* | *0,90* | *1,91:1* |

De absolute hoeveelheden calcium en fosfor worden vaak wat minder belicht. De hoeveelheid calcium in het totale dieet mag zeker een factor 10 hoger dan in niet-gesupplementeerde insecten wordt gemeten). Met name de verhouding Ca:P is belangrijk, een ratio die ongeveer 1,5:1 tot 2:1 zou moeten zijn. Bovenstaande tabel illustreert dat in een dieet dat (grotendeels) bestaat uit insecten op een of andere manier met calcium gesupplementeerd zal moeten worden. Denk bij het supplementeren aan het risico van andere nutriënten teveel te geven en kies het preparaat zorgvuldig of kies om deze reden een preparaat uit dat enkel calcium bevat.

Veelal moeten de dieren worden verplicht het calcium tot zich te nemen door dit direct op –of in het voedseldier te verstrekken. Een veel gebruikte manier om calcium te supplementeren is de buitenkant van voedseldieren te bepoederen met een preparaat, bij het opeten van de insecten zal het dier dan ook de laag calcium meenemen. Deze methode zorgt wel voor een grote variatie, immers vele kleine prooidieren zullen het dier gezamenlijk veel meer calcium opleveren dan enkele grote dieren (verhouding inhoud:oppervlakte). Ook watergebonden dieren zoals bijvoorbeeld veel amfibieën zullen op deze wijze weinig calcium binnenkrijgen daar het makkelijk wegspoelt. De manier van supplementeren wordt mede bepaald door de te voeren diersoort. Waar ‘bepoederen’ redelijk werkt in de calciumvoorzienig van vele diersoorten zal dit bij watergebonden vaak anders moeten. Zo kan het dat bij verschillende diersoorten soms volledig andere supplementeertechnieken moeten worden toegepast.



**Figuur 35:** Links: Pseudopus apodus eet ‘bepoederde kakkerlak. Rechts: Shinisaurus crocodilurus eet morioworm. Door het water heeft bepoederen hier weinig zin. (Beide afbeeldingen S. Kuperus)

Een veel gebruikte methode om calciumgehalten te verhogen is de voedseldieren zelf voeding te verstrekken met een hoog calciumgehalte. Op deze manier is meer zekerheid te behalen in zowel de hoeveelheid als de continuïteit van de calciumgift.

Zorgen dat voedseldieren een waardevolle maag-darminhoud meekrijgen staat bekend als ‘gutloading’. Wel moet opgemerkt worden dat insecten over het algemeen slecht kunnen omgaan met grote hoeveelheden calcium in hun voeding. Het verstoort namelijk het vervellingproces waardoor de insecten en in hun vervelling kunnen blijven steken en sterven. Bij gutloaden is het daarom zaak de voedseldieren enkel van hoge doses calcium te voorzien kort voor ze worden opgevoerd. Het onderhoudsvoer van voedseldieren dient een normaal tot laag gehalte calcium te bevatten. Voor het gutloaden zijn bij verschillende insecten met succes gehalten van 9-10% calcium gebruikt. (Eidhof & Venema 2004)

#### Het innerlijk is het belangrijkst

Zoals geïllustreerd aan de hand van de calciumgehalten is nutritioneel gezien de inhoud van

de gegeten insecten erg belangrijk. Het loont de moeite insecten goed, doch ook afwisselend te voeren om op die manier te voorkomen dat deficiënties van bepaalde vitaminen of mineralen ontstaan.

Met de kennis dat veel van de insecten die we voeren opportunisten zijn en een veelzijdig dieet accepteren is het mogelijk een zeer diverse maagvulling mee te geven. Bruikbare producten zijn commerciële voeders (honden/kattenvoer, legmeel, visvoer etc.), maar ook diverse soorten fruit en groenten kunnen worden gebruikt evenals bloemen, stuifmeel en wilde kruiden.

#### Je bent wat je eet

Ongewervelden worden veel gebruikt als voedseldier, maar worden als dierentuindier vaak

over het hoofd gezien. De voedingsbehoefte van ongewervelden is een grotendeels onontgonnen terrein, dit vooral omdat er zelden tot nooit dieetgerelateerde aandoeningen worden genoemd voor deze categorie. Heel platvloers gezegd geldt voor veel soorten ook dat ze simpelweg niet lang genoeg leven om duidelijke gebreken te vertonen.

Logisch is het feit dat slakken een relatief hoge calciumbehoefte hebben. Een displaysoort als de gigantische agaatslak (*Achatina fulica*) heeft grote hoeveelheden calcium nodig. Calcium wordt door deze dieren naar behoefte opgenomen wanneer ze kunnen beschikken over bijvoorbeeld sepiaschelpen. Productiviteit van insecten neemt toe door het verstrekken van eiwitrijk voedsel. Meer dan anekdotisch bewijs is echter niet beschikbaar en het lijkt er op dat deze groep weinig eisen stelt. Problemen met eenzijdigheid van voedsel en het ontbreken of

overmatig aanwezig zijn van bepaalde nutriënten lijken ook op insectenetende ongewervelden (vogelspinnen, schorpioenen, bidsprinkhanen) nauwelijks van toepassing. Ook hier echter is sprake van voortschrijdend inzicht, en deze dieren zullen ongetwijfeld baat hebben bij een gevarieerd dieet. Doch zonder supplementatie met calcium!

#### Variatie is belangrijk

Insecten zijn divers van samenstelling en zelfs binnen één soort zijn hun nutritionele

kwaliteiten verre van constant (sterk afhankelijk van dieet). Het voeren van insecten en andere ongewervelden blijft daarom vaak ‘fingerspitzengefühl’. Om problemen te voorkomen is het aan te raden waar mogelijk, en waar geaccepteerd!, veel te variëren, zowel in soorten voedseldieren als in de voeding die zij krijgen alvorens ze worden opgevoerd. Ook ongewervelden uit andere klassen dan insecten zijn een waardevolle aanvulling. Regenwormen, slakken (In verband met parasieten beter geen aquatische slakken) en kreeftachtigen zijn ook commercieel verkrijgbaar en zouden in veel diëten goed passen, juist omdat ze een gunstige calcium:fosfor verhouding hebben. Zeker slakken worden door veel dieren gegeten en kunnen een forse bijdrage leveren aan de calciumvoorziening. Ook het gebruik van surplus uit de dierentuincollectie zelf (display-soorten zoals wandelende takken en tropische kakkerlakken) kan bijdragen aan een gevarieerd dieet.

Wanneer mogelijk is het vangen van wilde insecten de beste manier om variatie aan te bieden. Voor kleine dieren is het goed mogelijk het dieet bepaalde delen van het jaar aan te vullen met zogenaamd ‘weideplankton’. De term weideplankton is een verzamelnaam voor de insecten en andere ongewervelden die met behulp van een vlindernet uit middelhoog grasland kunnen worden weggevangen. Uiteraard moeten deze vangsten niet naast drukke wegen gedaan worden, mogelijk bieden bepaalde delen van de dierentuin plaats voor dergelijke oogsten.



**Figuur 36**: In de praktijk worden slakken vaak uitsluitend gevoerd aan specialisten zoals deze kaaimanteju (*Dracaena guianensis*) (Afbeelding S. Kuperus).