

CHEMISCHE SECRETIES DER COLEOPTERA ADEPHAGA.

De subordo *Adephaga* (van het Grieks Adeps = vet en phagein = eten) omvat acht families van carnivore kevers die ondergebracht zijn in twee groepen, de Hydradephaga (van het Grieks Udor = water en phagein) waterbewonende en Geadephagen (van Geos = aarde en phagein) landbewonende roofkevers. De Hydradephagen omvatten de families *Dytiscidae*, *Noteridae*, *Gyrinidae*, *Amphizoidae*, *Hygrobiidae* en *Haliplidae*. De Geadephagen omvatten de *Carabidae*, *Rhysodidae* en de *Cicindelidae*. Al deze families bevatten gepaarde pygidale klieren postero-dorsaal (=achter op de rugzijde) in het abdomen met een opening naar buiten in het 8^e achterlijfsegment. Daarboven bezitten de *Dytiscidae* en de *Hygrobiidae* ook nog gepaarde klieren in de prothorax. De prothoracale klieren van de *Dytiscidae* scheiden een reeks steroïden af gelijkend op de steroïden van de gewervelde dieren, dit is de enige onder de arthropoden. De meest bekende steroïde die door *Dytiscidae* wordt aangemaakt is desoxycorticosteroïde, scheikundig verwant met het cortisone van de gewervelde dieren. De afscheidingen van de pygidale (achterlijfs-) klieren zijn terpenen, aldehyden en Ketonen. *Gyrinidae* produceren Nor-sesqui terpenen in de vorm van de aldehyden gyridinal, isogyridinal en de ketonen Gyrinidone en Gyrinidione. Dit zijn aromatische cyclische koolwaterstoffen die men kan afleiden van pineen C₁₀H₁₆ de grondstof van terpentijn hars dit is het Radicaal of R. Sesquiterpenen hebben de formule C₁₅H₂₄ = R dit is een Radicaal (koolwaterstofketen)

De aldehyden hebben de formule $\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

De ketonen hebben de formule $\text{R}-\text{C}-\text{R} \begin{array}{l} \text{R} \\ || \\ \text{C}=\text{O} \\ \text{R} \end{array}$

De *Dytiscidae* produceren in hun pygidium-klier aromatische aldehyden (Benzaldehyden), esters (Methyl hydroxybenzoaat) en benzoïzuur. De *Carabidae* scheiden uit hun pygidium klieren meestal een ketenvormige koolwaterstofverbindingen af zoals alipatische Ketonen, esters, mierenzuur H-C $\begin{array}{l} \text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ fenolen maar ook

OH

aromatische aldehyden en quinonen. Hoofdzakelijk zijn het mierenzuur, metacrylisch zuur en Tiglisch zuur. Merkwaardig zijn wel de 1,4 quinonen en Hydroquinonen die met geweld worden uitgestoten door de bombardeerkevers (*Brachynini* Fam. *Carabidae*)

Hydro-quinones met formule C₆H₄(OH)₂ of DihydroxyBenzeen $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{OH})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{OH})=\text{CH}_2$ zijn sterk

reducerend en worden o.a. als ontwikkelaar in fotografie gebruikt. Quinonen zijn benzeenringen waarin van 6 koolstofatomen er 2 door zuurstof vervangen zijn: formule C₆H₄O₂

Orthoquinone

Paraquinone

Waarschijnlijk hebben al deze afscheidingen één of meer van de volgende functies:

- 1 Verdediging tegen predatoren.
- 2 Het doordringen van verdedigingsstoffen in de weefsels van de vijand of prooi.
- 3 Bestrijden van microben en schimmels vooral bij de Hydradephaga (waterroofkevers).
- 4 Vergemakkelijken van de bevochtiging van het lichaam bij de Hydradephaga.
- 5 Als alarmstof.
- 6 Om de voortbeweging te bevorderen (bij de *Gyrinidae*).
- 7 de plantenweefsels aantasten om het afleggen van de eieren te bevorderen.

De suborde Adephaga schijnt volgens de laatste bevindingen (Beutel 1998) kunstmatig. De twee groepen, Geadephagen en Hydradephagen schijnen inderdaad niet monophyletisch (dwz. tot éénzelfde stam behorend). Verder dient er nog op gewezen te worden dat hoewel de grote meerderheid der Coleoptera Adephaga carnivoren zijn, er ook in mindere mate aaseters onder te vinden zijn en zelfs zwammeneters (Mycetophagen) zoals de *Rhysodinae* (Fam. *Carabidae*), algeneters zoals *Haliplidae* en sommige *Noteridae*, er bestaan zelfs enkele phytofage (plantenetende) *Carabidae*.

De morfologie van deze klieren:

De pygidale (achterlijfs) klieren bevinden zich aan de rugzijde op het achterste gedeelte van het achterlijf (abdomen) aan beide zijden van de anus en hebben geen verbinding met de darm (rectum) en boven de voortplantingsorganen. De beide klieropeningen bevinden zich op het achtste achterlijfsegment en bestaan uit een uitstulping van de huid (Cuticula) die met epidermale cellen bekleed is welke al dan niet vertakt zijn in zakjes (lobben) die de secreties afscheiden en die uitmonden in een buis meestal omringd door spierweefsel en naar buiten toe eindigend in een opening met klepje. Deze is bij de *Gyrinidae* opvallend groot. Behalve de pygidale (achterlijfs-) klieren bezitten de *Dytiscidae* en de *Hygrobidae* als enigen onder de Adephaga ook nog een paar prothoracale klieren die enkel bestaan uit inwendige blaasjes bekleed met kliercellen met een opening aan weerszijden van de rand van de thorax. Bij de *Dytiscidae* zijn ze groter dan bij de *Hygrobidae* en alleen bij deze laatste zijn ze met spierweefsel omringd.

Bijzonderheden van de klierafscheidingen.

Gyrinidae zijn uniek door de productie van Gyrinidal en andere Nor-sesquiterpenen waarvan de Gyrinida de precursor is (Oygur en Wolfe 1991). *Gyrinidae* produceren ook een aliphatische (vet-zuur) aldehyde en een alcohol. De steroïden (estione estradiol en testosteroone) die door *Dytiscidae* worden geproduceerd zijn dezelfde als bij vertebraten, een uniek verschijnsel onder de arthropoda (Blum 1981, Serinshaw en Kerfoot 1987). Het best bekend is Dytiscide, een steroïde uit de prothoracale klier van de *Dytiscidae*. Vermits insecten de noodzakelijke precursoren voor deze steroïde niet kunnen synthetiseren, moeten deze afkomstig zijn van cholesterol uit hun prooi of door microben. Peseemeyer en Mumma

toonden in 1983 aan dat radioactief gemerkt cholesterol in het voedsel van *Dytiscidae* teruggevonden werd in de prothoraxale klieren van deze kevers. Sommige (Sivevers e.a. 1991) denken dat deze precursoren door micro-organismen worden gesynthetiseerd. De meest algemene secreties van de achterlijfsklieren bij *Dytiscidae* zijn aromatische aldehyden, esters en zuren o.a. een Benzaldehyde en Benzoezuur. Bij de *Carabidae* zijn het de achterlijfsklieren die koolwaterstofverbindingen; Ketonen en esters en ook mierenzuur secreteren. Hygrobiidae scheiden alleen een 6 koolstof (hydrohexaan) zuur en een zwavelhoudend 4 koolstofatoom (butaan) zuur af. *Noteridae* en sommige *Hydroporinae* produceren indolazijnzuur, *Noteridae* en *Haliplidae* ook Benzoëzuur derivaten.

De afscheiding.

Als er geen spieren voor lozing aanwezig zijn gebeurt deze door turgor (druk) in de klier. De meeste *Carabidae* hebben echter inwendige spieren rondom de klieren. De zogenaamde erepitatie van de *Brachininae* is de meest merkwaardige vorm van afscheiding: quinonen (benzoquinonen) zijn opgeslagen in een klier en worden door catalasen en waterstofperoxyde uit een ander zakje plots sterk geoxideerd tot een sterk exothermische (warmteproducerende) reactie, een soort ontploffing met productie van een stoomwolkje met een temperatuur van ∇ 100°C dus van kokend water. Het uitstoten gebeurt als een pulsatie (Dean 1990), grote amfibieën gaan ervoor op de loop. De *Brachinini* (*Brachinus* sp. e.a.) verdienen hun naam bombardeerkevers ten volle.

Gevolgen van de Adephagen – secreties:

De sterke concentratie van steroïden uit de pro-thoracale klieren van de *Dytiscidae* schrikt vertebraten af (Sevevers 1991). de hete jet van de *Brachinini* werkt sterk irriterend o.a. op de ogen. Dat sommige van deze verbindingen o.a. mierenzuur de huidweefsels (cuticula) bvb. de vliezen tussen de chitineren van een prooi gemakkelijker doordringbaar maken voor de kaken van de predator was reeds i.v.m. mierenzuur van mieren bekend. Dettner (1995) meent dat de pygidale afscheiding eerst en vooral een anti-microbiele functie heeft, dat is voor Benzoë en azijnzuur derivaten inderdaad het geval. Men ziet trouwens waterkevers dikwijls met hun poten over het lichaam wrijven om secreties uit te smeren, deze stromen trouwens maar langzaam uit door afwezigheid van spiercontracties. Volgens Henriks en Stenson 1993 zouden bij *Gyrinidae* pygidale spiersecreties ook als alarm feromonen dienen hetgeen volgens Blum (1981) ook de functie zou zijn van de prothoracale steroïden van de *Dytiscidae*. Dat Indolazijnzuur en phenyl-azijnzuur bij sommige *Noteridae* dienstig kunnen zijn bij endofytische (in de plant) afleggen van de eieren blijkt uit het feit dat deze stoffen als gallen producerende anxines fungeren.

Besluit:

De Coleoptera Adephaga zijn fantastische chemische fabriekjes. Deze chemische stoffen kunnen ook de basis vormen voor de studie van de verwantschap (Phylogenie) van de Coleoptera Adephaga evenals hun feromoon-functie, twee onderwerpen waarover nog relatief weinig bekend is.

Ref. 1999 Kelly B. Miller. Chemical secretions of the suborder Adephaga (Coleoptera) Colorado State Univ.