

Het spijsverteringsstelsel: voor bij en volk

Het spijsverteringskanaal is een buis die loopt van de mond tot de anus. In aanleg bestaat het uit drie delen, maar in het volwassen insect zijn die verenigd zodat er één lange buis ontstaat door het hele lichaam heen. Sommige zones hebben gespecialiseerde structuren voor bijzondere functies, zoals we al zo vaak zagen bij de honingbij.

Embryonale ontwikkeling

In insectenembryo's kunnen we drie verschillende zones onderscheiden in het spijsverteringskanaal: het *mesenteron* of de embryonale 'maag', dat de resten van de eierdooier bevat, en twee inkepingen aan de beide uiteinden van het embryo: het *stomodeum* en het *proctodeum*, respectievelijk de mond en de anus, die geleidelijk aan tot naar binnen groeiende buisjes worden (zie fig. 1). Uiteindelijk komen de delen bij elkaar. Dan spreken we van voordarm (beter dan de vaker gebruikte term 'slokdarm'), middendarm en einddarm. De voordarm en de einddarm zijn ontstaan als uitstulpingen van de huid en zijn dus bedekt met chitine.

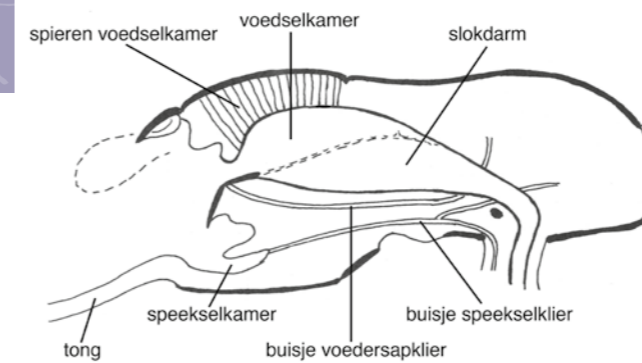
Bijna het hele lijf van de larve wordt ingenomen door de middendarm (zie fig. 2). Tijdens het embryonale stadium zijn de drie delen nog niet met elkaar verbonden. Wanneer de larve uit het ei komt is de voordarm verbonden met de middendarm, zodat er voedsel opgenomen en verteerd kan worden. De einddarm zit weliswaar tegen de middendarm aan, maar is er nog niet mee verbonden. Dit blijft zo totdat de larve haar laatste maaltijd heeft gegeten. Dan wordt de verbinding ontsloten en worden de excrementen, die zich in de middendarm hebben opgehoopt, in één keer geloosd.

Een nuttige aanpassing, aangezien de cel zo tijdens het larvestadium niet bevuild raakt. Deze aanpassing komt niet voor bij larven van andere insecten, zoals rupsen, die een beweeglijk leven leiden en zo hun eigen nest niet bevuilen.

In de volwassen bij is de middendarm tot de *ventriculus* of maag geworden. Het *stomodeum* ontwikkelt zich tot de keel (*pharynx*), de slokdarm (*oesophagus*) en de honingmaag (*proventriculus*). Uit het *proctodeum* ontstaan de dunne darm en de einddarm (*rectum*) met de anus aan het einde ervan.

Klieren in kop en borststuk

Zoals we al eerder zagen is de mondopening omgeven door de verschillende verharde monddelen. Achter de mondopening begint het eigenlijke spijsverteringskanaal met de voedselkamer (*cibarium*). Verschillende spieren kunnen die voedselkamer laten uitdijen of inperken. Zo wordt het een pomp waarmee vloeistof door het kanaal van de *proboscis* kan worden opgezogen (zie fig. 3). Achter de voedselkamer begint de slokdarm, eerst breed (*pharynx*) en zich dan vernauwend tot de slokdarm in engere zin (*oesophagus*). In de kop en het borststuk treffen we een aantal klieren aan die



Figuur 3. Lengtedoorsnede mondholte werkster met structuren voor de spijsvertering. Met toestemming overgenomen uit Dade, 1977. *Anatomy and dissection of the honeybee*. International Bee Research Association.

een rol spelen bij de spijsvertering en de samenhang van het bijenvolk: voedersapklieren, speekselklieren en bovenkaakklieren.

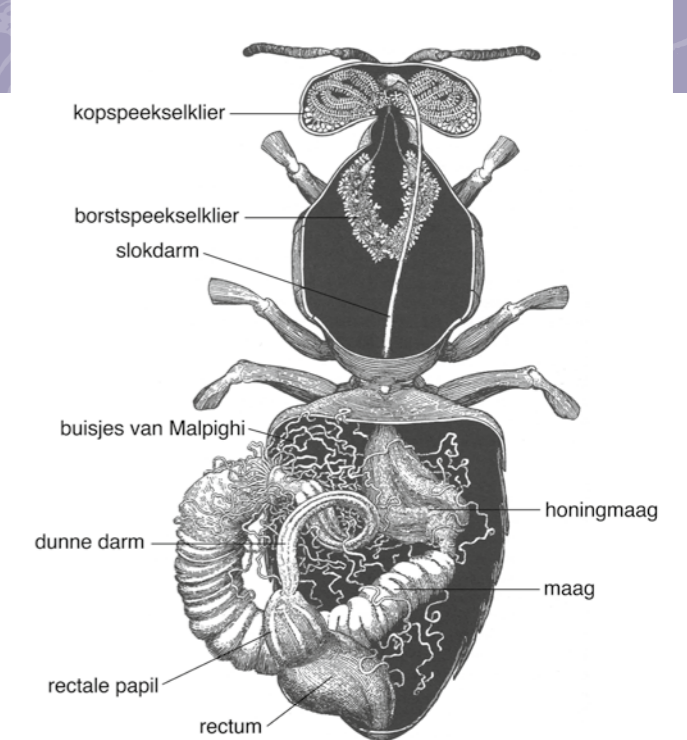
Voedersapklieren

De twee voedersapklieren (*hypopharyngeale* klieren) monden uit in de voedselkamer. Ze bestaan uit een groot aantal lobben (zie fig. 4). Die produceren het grootste deel van de koninginnengelei, het eiwitrijke voedsel van larven en koningin. Ze bestaan uit een lange buis waarin honderden kleine kliercellen hun product uitstorten. Ze zien er een beetje uit als trossen uien. Alleen de werksters hebben voedersapklieren. Bij pas uitgekomen werksters zijn de lobben nog klein en zijn de kliercellen nog niet actief. Voedsterbijen hebben actieve kliercellen en de lobben zijn groot. Bij winterbijen zijn de kliercellen groot en gevuld met voedersap, maar verder inactief. Koninginnengelei wordt aan alle larven gevoerd gedurende drie dagen na uitkomst uit het ei, maar vanaf de derde dag wordt er honing en stuifmeel bijgemengd in het dieet voor werksters en darren.

Speekselklieren

De honingbij heeft twee soorten speekselklieren, de kopspeekselklier en aan de voorzijde van het borststuk de borstspeekselklieren (zie fig. 4). Ze bestaan uit een klein reservoir, waarin een aantal buisjes uitmonden. De eigenlijke kliercellen zitten in trosjes bijeen aan het begin van deze buisjes. De afvoerbuizen van de klieren komen samen in één centrale buis, die uitmondt in de speekselkamer (*salivarium*) in de mondholte. De speekselklieren worden door de werkster gebruikt voor het oplossen van vast voedsel. Ze ontbreken dan ook bij de dar.

Bij larven vinden we geen kopklieren. Wél borstklieren, die als spinklieren dienstdoen, waarmee de larve de cocon spint. Bij de gedaanteverwisseling veranderen ze in de borstspeekselklieren.



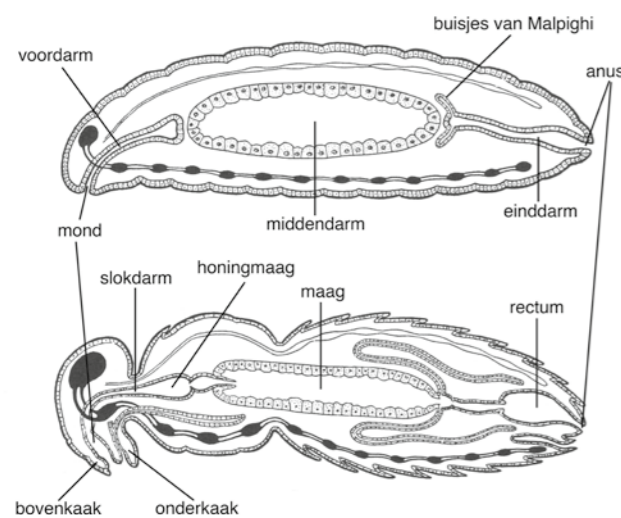
Figuur 4. Spijsverteringskanaal en klieren in kop en borststuk werkster. Met toestemming overgenomen uit Snodgrass, 1956. *Anatomy of the honey bee*. Comstock Publishing Associates.

Bovenkaakklieren

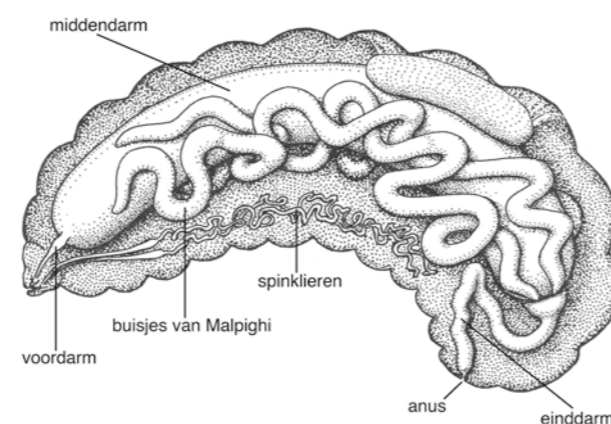
De bovenkaakklieren of mandibulaire klieren zijn twee eenvoudige zakjes gelegen onder de wangen vlak boven de bovenkaken. Een kort buisje mondt uit bij de bovenkaken. De klieren zijn behoorlijk ontwikkeld bij werksters, slechts rudimentair aanwezig bij darren en enorm groot bij koninginnen. Ze geven bij de koninginnen de koninginnenstof af, die een beslissende rol speelt bij interne samenhang van het volk, zwermen en vervanging van de koningin. De klierafscheidingen zijn bij werksters van een andere chemische samenstelling. Ze spelen mogelijk een rol bij de wasbewerking. Daarnaast voegen deze klieren een conserveringsmiddel toe aan het voedersap zodat dit minder snel bederft.

Het spijsverteringskanaal in het achterlijf: filtering en uitscheiding

De slokdarm loopt vanuit de kop door het borststuk als een lange, nauwe buis. In het voorste deel van het achterlijf verbreedt de slokdarm zich tot de honingmaag (*proventriculus*) (zie fig. 5), een doorzichtige, dunwandige, en daardoor zeer flexibele zak, waarin de volwassen werkster de verzamelde nectar vervoert. Eenmaal gevuld neemt de honingmaag een groot deel van het achterlijf in. Er kan maximaal ongeveer 100 mg in de honingmaag, maar meestal zit er een lading tussen de 20 en 40 mg in. Anatomisch gezien is de honingmaag niets anders dan een verwijding van de slokdarm. Een



Figuur 1. Spijsverteringskanaal. Boven: Embryo. Onder: Volwassen insect. Met toestemming overgenomen uit Snodgrass, 1956. *Anatomy of the honey bee*. Comstock Publishing Associates.



Figuur 2. Zijaanzicht spijsverteringsstelsel larve honingbij. Met toestemming overgenomen uit Dade, 1977. *Anatomy and dissection of the honeybee*. International Bee Research Association.



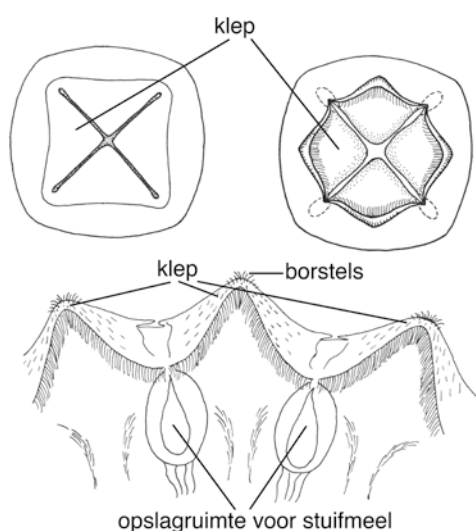
ventiel zorgt ervoor dat de nectar niet van de honingmaag in de middendarm belandt. Bij dar en koningin is de honingmaag overigens veel kleiner.

Het voorste gedeelte van het ventiel ligt in de honingmaag en draagt aan de voorkant vier kleppen met behaarde randen. Door een beweging van deze kleppen worden stuifmeelkorrels uit de inhoud in de honingmaag gezeefd en naar de middendarm doorgegeven. Het achterste gedeelte van het ventiel ligt in de middendarm. Dit is een slappe buis, die opzij geduwd wordt en daardoor dichtklapt wanneer voedsel uit de honingmaag wordt opgegeven en aan een andere bij wordt aangeboden.

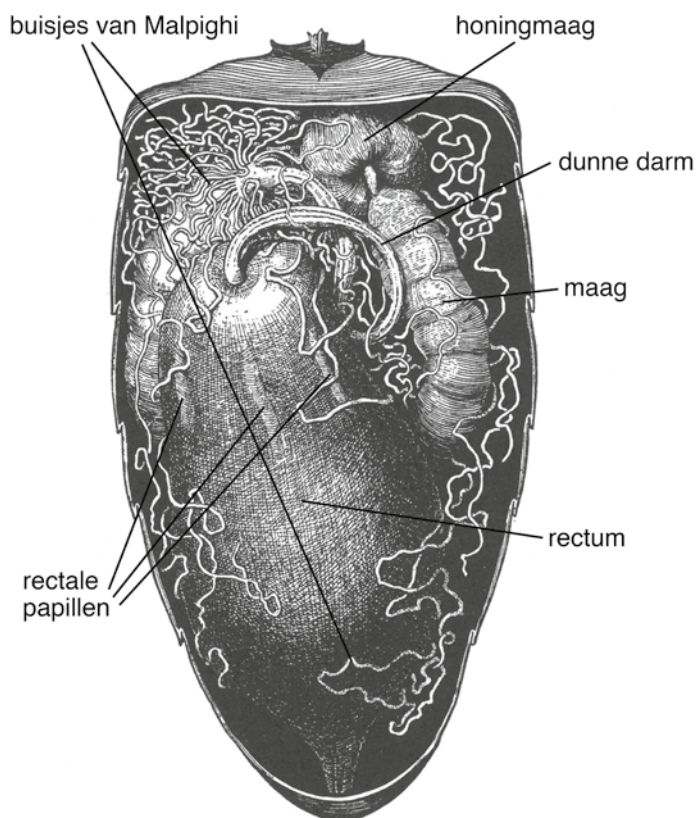
Daarna komt de eigenlijke maag (*ventriculus*), zoals vermeld voortkomend uit de embryonale middendarm. Het is een lange brede buis die in een lus ligt. Op regelmatige afstanden zitten spieren die voor de peristaltische beweging zorgen. De maag mondt uit in de dunne darm, die opgerold ligt, net zoals de maag.

Op de overgang van de maag naar de dunne darm liggen de *buisjes van Malpighi*, ongeveer 100 in totaal. Bij de larve overigens slechts vier. Het zijn niet dezelfde buisjes: in het popstadium worden de buisjes opnieuw aangemaakt. Deze buisjes zijn de voornaamste uitscheidingsorganen van de bij. Door de wand van de buisjes, die aan hun uiteinde gesloten zijn, worden afvalstoffen aan het bloed onttrokken en naar de dunne darm gevoerd.

De dunne darm mondt uit in het *rectum*, dat, net als de honingmaag, enorm kan uitzetten, daarbij bijna het hele achterlijf vullend. Dit is een erg nuttige eigenschap als bijen lang in de kast moeten blijven door ongunstige weersomstandigheden (zie fig. 6). Rond het rectum zitten zes rectale papillen, waarvan gedacht wordt dat ze een rol spelen bij het onttrekken van water aan de ontlasting. ◆



Figuur 5. Ventiel van honingmaag. A. Ventielkleppen gesloten. B. ventielkleppen geopend. C. Ventiel opengewerkt: 3 van de 4 kleppen zichtbaar. Met toestemming overgenomen uit Dade, 1977. *Anatomy and dissection of the honeybee*. International Bee Research Association.



Figuur 6. Achterlijf winterbij met opgezwollen rectum vóór de reinigingsvlucht. Met toestemming overgenomen uit Snodgrass, 1956. *Anatomy of the honey bee*. Comstock Publishing Associates.