

University of Groningen

Sense for blood in tsetse flies. An electrophysiological and behavioural study

Goes van Naters, Wynand Marinus van der

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1997

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Goes van Naters, W. M. V. D. (1997). *Sense for blood in tsetse flies. An electrophysiological and behavioural study*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

Tsetseevliegen (*Glossina* spp.) zijn insecten die in grote delen van Afrika voorkomen. Zij voeden zich met het bloed van zoogdieren, vogels en reptielen die wij daarom hun "gastheren" noemen. Bij het steken kunnen de vliegen trypanosomen overbrengen. Deze ééncelligen veroorzaken een ziekte die bij de mens als "slaapziekte" en bij vee als "nagana" wordt aangeduid. Jaarlijks sterven naar een schatting van de WHO 250-300 duizend mensen aan slaapziekte en 2-3 miljoen stuks vee aan nagana. Een vaccin is niet bekend; therapie is moeilijk en kostbaar. Bestrijding van de ziekte richt zich daarom voornamelijk op bestrijding van de vliegen. Een methode die momenteel wordt gebruikt is het wegvangen van de vliegen in vallen of op met insecticiden geïmpregneerde schermen. Het lokken van tsetseevliegen naar de vallen en schermen is een onderzoeksgebied geworden: de verdere ontwikkeling eist een steeds dieper inzicht in het gastheerzoekgedrag van de vliegen. Uit deze eis is het in dit proefschrift beschreven onderzoek aan de zintuigen van tsetseevliegen voortgekomen. Er is getracht te achterhalen welke informatie tsetseevliegen uit de omgeving vergaren en hoe zij deze gebruiken bij elke stap in het gedrag dat leidt tot het vinden van een bloedmaaltijd.

Niet alle tsetseevliegen zijn gelijk. Er zijn 31 soorten en ondersoorten die in drie groepen worden ingedeeld. Van deze drie zijn vooral de *morsitans*-groep (bijv. *G. morsitans morsitans*) en de *palpalis*-groep (bijv. *G. fuscipes fuscipes*) epidemiologisch interessant. Voor de eerste groep zijn attractantia geïsoleerd uit het complexe geurmengsel dat door vee wordt afgegeven. Deze attractantia zijn 1-octen-3-ol, aceton, kooldioxide, en enige fenolen. Van de fenolen is bekend dat een mengsel van 3-*n*-propylfenol en 4-methylfenol erg aantrekkelijk is. Voor de *palpalis*-groep van vliegen zijn deze geuren echter niet of nauwelijks attractief.

De reukcellen van de vliegen bevinden zich voornamelijk in de antennes, twee uitsteeksels op de kop tussen de ogen. Van deze cellen hebben we de elektrische activiteit -de actiepotentialen- gemeten.

De reactie van de cellen op prikkeling met geuren is niet constant gedurende de dag (hoofdstuk V). Uit metingen in milligolf-doppler activiteitsmeters blijkt dat de gemiddelde loop- en vliegactiviteit, de locomotie, voor *G. m. morsitans* tweemaal piekt in een etmaal: aan het begin en aan het einde van de lichtfase; middenin de lichtfase en 's nachts zijn de vliegen betrekkelijk rustig. Ook in gedrag waarbij er een koppeling tussen zintuiglijke waarneming en motoriek bestaat, zoals steekgedrag, is deze modulatie aanwezig. De resultaten van hoofdstuk V tonen aan dat ook de zintuigen zelf synchroon mee moduleren: de reactie van de cellen op prikkeling met geuren is hoger aan het begin en aan het einde van de dag dan rond het middaguur. Dit geeft aan dat de modulatie op meerdere niveaus in het organisme tegelijkertijd aangrijpt. Ook bij *G. f. fuscipes* zijn de reacties van de reukzintuigen groter als het dier actiever is. In de loop van de dag neemt bij deze soort de locomotie toe en stijgen ook de reacties van de reukcellen.

Het merendeel van de reukzintuigcellen van *G. m. morsitans* wordt geëxciteerd bij het aanbieden van adequate prikkels (hoofdstuk II). Het spectrum van stoffen waarop de zintuigcellen reageren varieert van smal (de cel reageert op slechts één van de aangeboden stoffen) tot breed (de cel reageert op alle aangeboden stoffen). Ongeveer 40% reageert op 1-octen-3-ol. De cellen die reageren op fenolen (18%) vallen uiteen in vier groepen (hoofdstuk III). Eén groep reageert heel sterk op 3-*n*-propylfenol terwijl een andere groep juist bij uitstek gevoelig is voor 4-methylfenol. Uit veldproeven van eerdere onderzoekers blijkt dat een combinatie van juist deze twee stoffen zeer attractief is. Een convergentie van de axonen van de twee groepen cellen op een verwerkingseenheid zou dus de gedragsreactie op het mengsel van de twee stoffen kunnen verklaren. Een derde groep cellen wordt geïnhibeerd door de fenolen terwijl een vierde bestaat uit cellen met een breed spectrum.

Ook bij *G. f. fuscipes* worden de meeste cellen geëxciteerd bij prikkeling en zijn er variërende spectra van adequate prikkels. De twee soorten hebben ongeveer dezelfde typen cellen (ingedeeld naar spectrum) maar de aantallen per type verschillen significant. Toch slaat 1-octen-3-ol, net zoals bij *G. m. morsitans*, 40% van de cellen van *G. f. fuscipes* aan. Verder onderzoek naar de specificiteit voor 1-octen-3-ol toont dat de

cellen
ene g
een s
gasth
ander
de dis

in de
beëin
kortv
hebb
eigen
kunn
lang
aan c
op z
gem
lang
eigen
taak
mee
de
kort

reuk
huic
wor
pot
elec
met
fasi
-bij
tem
in c

cellen die hierop reageren in twee groepen uiteenvallen (hoofdstuk IV). De ene groep is *ca* 1000 keer gevoeliger voor deze stof dan de andere en heeft een smal spectrum. De groep dient waarschijnlijk voor detectie van een gastheer op grote afstand. De andere groep reageert veelal ook op geheel andere moleculaire structuren. Deze groep zou betrokken kunnen zijn bij de discriminatie van geuren op korte afstand van de gastheer.

Bij beide soorten van tsetseevliegen verschillen de reukcellen ook in de snelheid waarmee ze terugkeren naar hun rustactiviteit na het beëindigen van een prikkel (hoofdstuk II). Er zijn twee extremen, die we kortvurende en langvurende cellen hebben genoemd. De langvurenden hebben zelden een breed spectrum van adequate prikkels. Hun eigenschappen suggereren dat zij als een soort van 'perifeer geheugen' kunnen fungeren: het effect van de al vervlogen prikkels zet zich relatief lange tijd in hen voort. In de doorgaans niet-homogene geurpluim, die zich aan de leizijde van een gastheer uitstrekt, geeft de concentratie van geur op zich geen indicatie voor de afstand tot de geurbron. De concentratie gemiddeld over de tijd doet dit wel. Wellicht kan de vuurfrequentie van langvurende cellen deze gemiddelde concentratie weerspiegelen. De eigenschappen van kortvurende cellen maken hen geschikt voor een andere taak. Voor het discrimineren van geuren door de elektrische activiteit van meerdere cellen te vergelijken (across-fibre pattern coding) is het nodig dat de cellen weinig beïnvloed worden door het stimulus-verleden. De kortvurende cellen lijken aan deze eis te voldoen.

Na landing op de huid van de gastheer gaan andere zintuigen dan de reuk mede een rol spelen. Al lange tijd is bekend dat warmte van het huidoppervlak het steekgedrag van de vliegen bevordert. De warmte wordt waarschijnlijk waargenomen met thermoreceptoren in haren op de poten (hoofdstuk IX). Deze thermoreceptoren zijn koude-receptoren: hun elektrische activiteit is, binnen een beperkt traject, omgekeerd evenredig met de temperatuur. Bij snelle temperatuursveranderingen is er een fasische component van de respons zichtbaar. Doordat de thermoreceptor-bij het in toenemende mate inkorten van de haarschacht zijn temperatuursgevoeligheid behoudt, ligt de cel waarschijnlijk in haar geheel in de basis van het sensillum. Dit zou betekenen dat deze tarsale zintuigen

van *Glossina* tot een nog niet eerder beschreven type thermoreceptor behoren.

Het onderzoek heeft aangetoond dat behalve warmte ook smaak een rol speelt bij het steekgedrag (hoofdstuk VI). Hoewel smaakharen op de poten van vliegen -en bij insecten in het algemeen- een bekend fenomeen zijn, was de rol van deze smaakzin in het steekgedrag van tsetseevliegen nog niet duidelijk. Het steekgedrag op een verwarmd papieren oppervlak (een model voor de huid) bestaat uit vlagen (bouts) van steken onderbroken door korte vluchten (hoofdstuk VII). Wanneer urinezuur, dat voorkomt in menselijk zweet, op het oppervlak is aangebracht, neemt de gemiddelde boutduur, en niet het aantal bouts, toe. Bij voedseldeprivatie gedurende een aantal dagen neemt echter het aantal bouts, en niet de gemiddelde boutduur, toe. Hoewel beide factoren dus de totale duur van het steken (het aantal bouts maal de gemiddelde bout-duur) verlengen, is het niveau waar deze factoren ingrijpen verschillend. Verdere experimenten gaven aan dat er een hiërarchie in de factoren zit die het steekgedrag beïnvloeden: deze strekt zich uit van factoren die de aanzet tot een bout geven tot factoren die het verloop van de bout bepalen.

Andere in menselijk zweet voorkomende stoffen waarop de smaakcellen van tsetseevliegen reageren zijn melkzuur en een aantal aminozuren (hoofdstuk VIII). Van de tien aminozuren die in zweet voorkomen, zijn de smaakcellen het gevoeligst voor fenylalanine en tyrosine. De drempelconcentratie voor fenylalanine ligt rond de 10 nM. Vanuit een ligand-acceptor model van smaakreceptie bezien, zijn er twee extremen voor receptie van mengsels te veronderstellen wanneer er geen interactie tussen de smaakcomponenten plaatsvindt: (i) de liganden delen één transductieroute, en (ii) de liganden binden aan verschillende acceptoren met volledig scheiding van transductieroutes. De praktijk zal tussen beide uitersten liggen: de liganden zullen zich waarschijnlijk binden aan meerdere acceptoren en de verdere transductieroutes delen. Voor liganden met een gemeenschappelijke moleculaire structuur nemen we aan dat de toegang tot de acceptoren bepaald wordt door de molfractie van ieder ligand zodat de mengselvergelijking van Beidler van toepassing is. Voor de aminozuren komt de concentratie-responskromme, met deze vergelijking berekend, goed overeen met de gemeten kromme.

moreceptor

maak een
en op de
fenomeen
eevliegen
oppervlak
n steken
zuur, dat
neemt de
eprivatie
niet de
luur van
ngen, is
Verdere
die het
nzet tot

rop de
aantal
zweet
ine en
0 nM.
r twee
r geen
delen
llende
jk zal
inden
Voor
e aan
e van
ng is.
deze

Door een synthese van electrofysiologie en gedragsonderzoek na te streven, kunnen we meer inzicht krijgen in de informatie die de vliegen vergaren en wat zij met deze informatie doen. Dit inzicht is niet alleen van fundamenteel belang maar kan ook bijdragen tot verbetering van de vangsttechnieken voor de tseetseevliegen.