

Etude de l'agressivité d'*Anopheles gambiae* A en fonction de l'âge et du sexe des sujets humains *

P. CARNEVALE,¹ J. L. FRÉZIL,¹ M. F. BOSSENSO,² F. LE PONT,² & J. LANCIEN²

*Une série de captures de nuit, faites directement sur sujets humains, a permis de préciser certains aspects du comportement d'agressivité d'*Anopheles gambiae* A, le principal vecteur du paludisme humain dans la région brazzavilloise. *A. gambiae* A pique aussi bien les hommes que les femmes mais le nombre de piqûres reçues chaque nuit par les « dormeurs appâts » augmente en fonction de leur âge: les bébés sont deux fois moins piqués que les enfants, deux fois et demie moins que les adolescents et trois fois moins que les adultes. Au cours de l'enquête, le taux de parité de la population d'*A. gambiae* A a été de 0,767 et l'indice sporozoïtique a été de 5,33%.*

La connaissance du comportement alimentaire des anophèles permet d'expliquer certaines modalités de transmission des plasmodies et revêt, de ce fait, un intérêt épidémiologique évident. Haworth^a souligne que les études sur l'attraction exercée par l'homme et les animaux sur les anophèles sont d'importance primordiale pour la préparation et la mise en œuvre des campagnes de lutte contre le paludisme. Ce comportement alimentaire comprend, d'une part, le choix par l'anophèle d'un type d'hôte humain ou animal et, d'autre part, le choix de l'hôte cible.

De nombreuses études ont été consacrées aux préférences trophiques des anophèles (8, 22, 23, 29, 58), et il ressort qu'*Anopheles gambiae* A est essentiellement anthropophile (13, 15). Le choix de l'hôte cible est lié au problème général des tropismes des moustiques.

Les effets attractifs ou répulsifs de divers éléments, physiques et chimiques, ont été l'objet de nombreuses recherches. Maints auteurs (16, 17, 19, 21, 27, 36, 37, 51, 66) ont étudié l'action de différents répulsifs et notamment de la teneur du sang de l'hôte en vitamine B¹ (44).

En ce qui concerne les effets attractifs, les expé-

riences ont porté sur l'action des radiations lumineuses (26, 38, 49, 68), de certains effluves (12, 43, 63, 65, 67), du gaz carbonique (4, 9, 24, 33, 47) et de l'acide L(+) lactique (1, 6, 10). Ces expériences ont été combinées avec la mise au point de plusieurs modèles de pièges.

Mais ces substances et éléments sont-ils retrouvés dans le cas des hôtes humains et peuvent-ils expliquer les phénomènes « d'attractivité différente » exercée par certaines personnes ?

Pour Laarman (41, 42), le repérage par *A. maculipennis atroparvus* du « fournisseur de sang » se ferait surtout à l'odorat; le CO₂ et les odeurs stimuleraient les mécanismes d'orientation tandis que l'humidité et la chaleur inciteraient l'insecte à se poser. Pour Kulhorn (40), c'est un stimulus olfactif provenant de l'intérieur des maisons qui serait le facteur essentiel guidant le « vol d'entrée » du moustique, mais pour Elliott (18) ce stimulus serait dû au fait qu'au crépuscule le déficit de saturation à l'intérieur des maisons est plus prononcé qu'à l'extérieur.

Selon Acree et al. (1), c'est l'acide lactique (qu'ils isolent à partir de sujets humains) qui serait le principal facteur d'attraction, mais pour Brouwer (4) et Snow (59) ce serait le gaz carbonique expiré ou excrété par la peau.

Certains auteurs font intervenir directement la composition du sang, que ce soit l'odeur (64), le taux d'adénosine-5-phosphate (34) ou le groupe sanguin (69), tandis que d'autres ont comparé l'effet attractif des hormones œstrogènes et des acides aminés (54).

* Ce travail, effectué par le Service d'Entomologie médicale et de Parasitologie, Centre de Brazzaville, et l'Office de la Recherche scientifique et technique Outre-Mer (ORSTOM), Brazzaville, Congo, a bénéficié d'une subvention de l'Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.

¹ Chargé de recherches de l'ORSTOM.

² Technicien de l'entomologie médicale.

^a Haworth, J. *Malaria eradication and control in Africa. Research and its perspectives.* Document non publié WHO/MAL/73.821.



Pour certains (30, 35, 55), l'attraction résulterait des mouvements de l'hôte qui créeraient un courant d'air ou simplement une stimulation visuelle.

L'attractivité des différentes couleurs, nuances et radiations lumineuses a également été étudiée (3, 6, 7, 20, 27, 32, 50) et a montré (57) que la couleur de la peau n'a pas d'influence sur l'agressivité d'*A. gambiae*.

L'attraction a été imputée aux radiations, proches de l'infrarouge, émises par le corps humain (46) ainsi qu'à de nombreux autres facteurs, tels que la température ou la moiteur de la peau (56), la chaleur du corps (53), la transpiration (5, 28, 52) ou la taille de l'hôte (70).

La distribution des piqûres des moustiques en fonction des groupes d'âge des sujets humains a été relativement peu étudiée (14, 45, 48, 60, 62). Seuls Thomas (62) en Afrique de l'ouest et Clyde & Shute (14) en Tanzanie ont observé le comportement d'*A. gambiae*, mais leur méthodologie et leurs résultats ont été très différents.

Après une série de captures manuelles, Thomas note que l'alimentation des anophèles se fait au hasard lorsque moins de trois personnes occupent la maison mais qu'on constate une attraction pour les adultes quand il y a plus de six personnes.

En comparant la composition en leucocytes du sang chez des sujets exposés et chez des moustiques gorgés, Clyde & Shute concluent qu'il ne semble pas y avoir chez les anophèles de « déviation » systématique vers un groupe d'âge particulier.

Au contraire, d'autres auteurs étudiant l'agressivité d'*A. albimanus* (48) et d'*A. farauti* (60) notent que ces espèces piquent beaucoup moins les bébés que les enfants ou les adultes.

Ces résultats, peu nombreux et souvent contradictoires, font apparaître la nécessité de reprendre l'étude des préférences trophiques des anophèles et notamment d'*A. gambiae* A, seul représentant du complexe *A. gambiae* dans la région brazzavilloise (11).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'enquête a été menée dans le village de Djoumouna, situé à 25 km au sud-ouest de Brazzaville et peuplé d'environ 300 à 350 personnes, principalement d'origine Balari.

Bien que proche de la capitale, cette agglomération n'a jamais reçu le moindre traitement insecticide. D'autre part, les captures antérieures, faites le matin dans les maisons et la nuit sur sujets humains,

ont montré l'importance du peuplement anophélien (2).

Cette abondance de moustiques est due au fait que la rivière de Djoumouna a été en partie détournée pour alimenter une série de bassins de pisciculture. Ces bassins, plus ou moins en activité, et les réseaux de canaux qui les bordent permettent d'observer tous les types de gîtes larvaires, de la flaque d'eau ensoleillée à la mare herbeuse, en passant par la rivière à débit continu.

Arbitrairement, les habitants ont été classés en quatre groupes d'âge: les bébés, de 0 à 2 ans; les enfants, de 2 à 10 ans; les adolescents, de 10 à 20 ans; et les adultes, au-delà de 20 ans.

Parmi les familles volontaires pour servir d'appâts humains, trois ont été choisies en fonction du nombre de personnes de chaque sexe appartenant aux différentes catégories d'âge.

Ces familles se composaient de 9, 8 et 7 personnes. Elles ont conservé, dans la mesure du possible, leur comportement habituel et ont dormi dans leurs propres maisons, qui étaient du type courant dans la région et dont deux avaient un toit de tôle ondulée, la troisième ayant un toit en paille.

Les moustiques étaient pris sur les jambes des dormeurs à partir de 23 h 00 seulement car la présence d'étrangers dans le village retardait l'heure du coucher des hommes et, pour ne pas fausser les résultats, il était préférable d'avoir, pour chaque groupe, un nombre identique d'heures de capture.

En outre, deux « captureurs témoins » (un de chaque sexe) ont attrapé les moustiques directement sur eux-mêmes.

Au fur et à mesure de leur capture, les anophèles étaient placés dans un sachet de toile marqué au nom du « dormeur appât ». Ces sacs étaient ramassés chaque heure et les moustiques étaient immédiatement triés, identifiés et disséqués.

Du 3 décembre 1973 au 22 février 1974, vingt-deux séances de captures de nuit ont été faites selon cette méthodologie.

RÉSULTATS ET OBSERVATIONS

Composition de la population anophélienne anthropophile

Dans le village de Djoumouna, à l'époque de l'étude, *Anopheles gambiae* A constituait 90% de la population anophélienne endophage et anthropophile. Les autres espèces n'étaient que faiblement représentées et nous avons pu noter la présence d'*A. moucheti* (4,9% des moustiques capturés),

Tableau 1. Composition, par groupe d'âge physiologique et selon le sexe des habitants, des échantillons d'*Anopheles gambiae* A

Dormeurs appâts (DA) ou captureurs témoins (CT)		<i>Anopheles gambiae</i> A					
Groupe d'âge (années)	Sexe	Nombre de femelles capturées	Nombre de femelles disséquées	Femelles nullipares		Femelles pares	
				Nb	%	Nb	%
DA 0-2	M	194	184	34	18,47	150	81,52
	F	355	326	82	25,15	244	78,84
DA 2-10	M	646	604	144	23,84	460	76,15
	F	797	745	154	20,67	591	79,32
DA 10-20	M	907	840	190	22,61	650	77,38
	F	945	886	219	24,71	667	75,28
DA > 20	M	1516	1384	321	23,19	1063	76,80
	F	1125	1050	251	23,90	799	76,09
Ensemble des dormeurs	M	3263	3012	689	22,87	2323	77,12
	F	3222	3007	706	23,47	2301	76,52
Total des dormeurs M + F		6485	6019	1395	23,17	4624	76,82
Captureurs témoins	M	376	358	74	20,67	284	79,32
	F	166	155	47	30,32	108	69,67
Total CT M + F		542	513	121	23,58	392	76,41
Total de tous les sujets		7027	6532	1516	23,20	5016	76,79

Tableau 2. Répartition des piqûres d'*Anopheles gambiae* A en fonction de l'âge et du sexe des dormeurs appâts et du sexe des captureurs témoins

Dormeurs appâts (DA) ou captureurs témoins			<i>Anopheles gambiae</i> A				
Sexe	Groupe d'âge (années)	Nombre de DA	Nombre de nuits	Nombre de femelles capturées	Nombre de piqûres par appât par nuit	Pourcentages relatifs	Pourcentages cumulés
DA M	0-2	2	41	194	4,73	10,30	10,30
	2-10	3	66	646	9,78	21,30	31,60
	10-20	3	64	907	14,17	30,87	62,47
	> 20	4	88	1516	17,22	37,51	99,98
DA F	0-2	3	55	355	6,45	12,76	12,76
	2-10	3	65	797	12,26	24,27	37,03
	10-20	3	64	945	14,76	29,22	66,25
	> 20	3	66	1125	17,04	33,73	99,98
Total	0-2	5	96	549	5,71	11,81	11,81
DA M + F	2-10	6	131	1443	11,01	22,78	34,59
	10-20	6	128	1852	14,46	29,92	64,51
	> 20	7	154	2641	17,14	35,47	99,98
M	Captureurs		11	376	34,18		
F	témoins		11	166	15,09		

d'*A. paludis* (2,8%), d'*A. hancocki* (1,0%), d'*A. funestus* (0,9%) et d'*A. nili* (0,1%). L'examen a montré que ni le sexe ni l'âge des dormeurs n'avaient significativement influencé la composition en espèces des différents échantillons.

Composition, par groupes d'âge physiologique, des échantillons d'Anopheles gambiae A

La composition par âge des différents échantillons d'*A. gambiae A* obtenus en captures de nuit est indiquée dans le tableau 1, qui montre que cette composition n'a été influencée ni par l'âge, ni par le sexe des dormeurs. A l'époque de l'étude, plus de 75% des femelles d'*A. gambiae* venant piquer l'homme la nuit étaient des femelles pares.

Agressivité d'A. gambiae A en fonction de l'âge et du sexe des sujets humains

Le tableau 2 indique la répartition des piqûres d'*A. gambiae A* en fonction de l'âge et du sexe des dormeurs. Cette répartition n'est pas influencée par le sexe des sujets humains ($\chi^2 = 0,337$ pour 3 d.d.l.). Par contre, le nombre de piqûres augmente avec l'âge des dormeurs. En moyenne, par rapport aux bébés, les enfants sont piqués 1,92 fois plus, les adolescents 2,53 fois plus et les adultes 3,00 fois plus. Les bébés reçoivent environ 10% des piqûres effectuées au cours de la nuit; le pourcentage est respectivement de 20, 30 et 35% pour les groupes d'âge enfants, adolescents et adultes.

Il faut noter qu'en ce qui concerne le nombre de piqûres les différences entre les groupes « adolescents » et « adultes » sont moins accusées qu'entre les groupes « bébés » et « enfants ». Cela est compréhensible dans la mesure où, dans la région brazzavilloise, les différences de taille entre bébés de 1 an et enfants de 7 à 8 ans sont beaucoup plus importantes qu'entre adolescents de 16 à 17 ans et adultes de 25 à 30 ans.

Les récoltes des 2 captureurs témoins, prenant les moustiques directement sur eux-mêmes, apportent d'intéressantes informations sur le comportement de ces sujets. La jeune fille (de 18 ans) a pris en moyenne 15,09 femelles d'*A. gambiae A* par nuit, ce qui correspond aux résultats observés, dans cette tranche d'âge, pour les « dormeurs appâts » (14,76 femelles/nuit). Par contre, les captureurs témoins de 20 à 25 ans ont montré une attention beaucoup plus soutenue en attrapant les moustiques sur eux-mêmes (34,18 femelles/homme/nuit) qu'en surveillant les jambes des dormeurs (17,22 femelles/dormeur/nuit). Ce comportement, ainsi que l'at-

Tableau 3. Dissections immédiates et recherche de sporozoïtes dans les glandes salivaires des anophèles pris sur appâts humains, de nuit, à Djoumouna

Espèce d' <i>Anopheles</i>	Décembre 1973			Janvier 1974			Février 1974			Ensemble de l'enquête			
	Nb ♀ disséquées	Nb ♂ infectés	IS ^a	Nb ♀ disséquées	Nb ♂ infectés	IS ^a	Nb ♀ disséquées	Nb ♂ infectés	IS ^a	Nb ♀ capturées	Nb ♂ disséquées	Nb ♀ infectés	IS ^a
<i>A. gambiae</i>	1704	90	5,28	1341	102	7,60	944	21	2,22	7027	3989	213	5,33
<i>A. funestus</i>	26	1		9	0		8	0		75	43	1	± 0,69
<i>A. paludis</i>	46	0		70	0		56	0		220	172	0	2,32
<i>A. moucheti</i>	62	0		191	5	2,62	77	1	1,30	387	330	6	1,81
<i>A. hancocki</i>	8	0		11	0		32	0		84	51		
<i>A. nili</i>	7	1		1	0		0	0		10	8		

^a Indice sporozoïtique.

Tableau 4. Indices sporozoïtiques des différents échantillons d'*Anopheles gambiae* A

Sujets humains		<i>A. gambiae</i> A ^a			
		Nb de ♀ capturées	Nb de ♀ disséquées	Nb de ♀ infectées	IS ^c
DA ^b	M	194	110	5	4,54
0-2 ans	F	355	202	10	4,95
	Total	549	312	15	4,80
DA ^b	M	646	367	19	5,17
2-10 ans	F	797	452	24	5,30
	Total	1443	819	43	5,25
DA ^b	M	907	515	26	5,04
10-20 ans	F	945	536	28	5,22
	Total	1852	1051	54	5,13
DA ^b	M	1516	860	48	5,58
> 20 ans	F	1125	639	36	5,63
	Total	2641	1499	84	5,60
Total DA ^b	M	3263	1852	98	5,29
	F	3222	1829	98	5,35
	Total	6485	3681	196	5,32
Captureurs	M	376	214	12	5,60
témoins	F	166	94	5	5,31
	Total	542	308	17	5,51
Total des	M	3639	2066	110	5,32
sujets	F	3388	1923	103	5,35
	Total	7027	3989	213	5,33

^a Les moustiques disséqués pour l'examen de leurs glandes salivaires ont été choisis au hasard juste après la dissection des ovaires; il n'y a donc pas eu de tri préalable entre les femelles nullipares et pares, et les indices sporozoïtiques obtenus concernent des échantillons comprenant des femelles nullipares et des femelles pares.

^b DA = dormeurs appâts.

^c IS = indice sporozoïtique.

tractivité plus grande exercée par certaines adolescentes par rapport à certains captureurs, doivent être pris en considération car ils peuvent fausser les données recueillies.

Taux d'infection des anophèles pris de nuit sur sujets humains

Les 4593 dissections immédiates et observations de glandes salivaires (tableau 3) ont montré qu'*A. gambiae* A est bien le principal vecteur du

paludisme humain dans la région (indice sporozoïtique = $5,33 \pm 0,69$).

D'autre part, les échantillons d'*A. gambiae* A, prélevés sur les différents groupes d'âge de chaque sexe, ont montré des taux d'infection pratiquement identiques (tableau 4), ce qui est compréhensible dans la mesure où ces échantillons présentaient déjà des taux de parité comparables (tableau 1).

C'est donc la même population anophélienne qui va piquer les habitants d'une maison et la seule

différence réside dans le nombre total de piqûres reçues, donc dans le nombre de piqûres infectantes, qui augmente en fonction de l'âge des dormeurs.

Les autres espèces d'anophèles n'ont que rarement été trouvées infectées, mais à six reprises la présence de sporozoïtes a été constatée dans les glandes salivaires d'*A. mouchei*.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Après 22 séances de captures de nuit faites directement sur les membres de trois familles volontaires, il ressort qu'*A. gambiae* est bien le principal vecteur du paludisme humain dans le village de Djoumouna. Cette espèce a constitué 90% des prises et a présenté un indice sporozoïtique supérieur à 5%. L'étude de l'agressivité d'*A. gambiae* A a montré que cette espèce pique aussi bien les hommes que les femmes.

Le nombre de piqûres reçues par les sujets humains augmente en fonction de leur âge. Les bébés (0 à 2 ans) sont deux fois moins piqués que les enfants (2 à 10 ans), deux fois et demie moins que les

adolescents (10 à 20 ans) et trois fois moins que les adultes (plus de 20 ans). Ce résultat infirme celui de Clyde & Shute (14) qui ont observé le comportement d'*A. gambiae* en Tanzanie et n'ont pas décelé de différences notables dans le choix de l'hôte piqué.

Par contre, notre étude confirme les observations de Muirhead-Thomson (48) sur *A. albimanus* à la Jamaïque, ainsi que celles de Spencer (60) sur *A. farauti* dans une île de Papouasie-Nouvelle-Guinée et celles plus récentes faites notamment sur *A. gambiae* A par Adam et al. (2) dans la région brazzavilloise. Ce comportement d'agressivité d'*A. gambiae* A peut être considéré désormais comme bien établi, et il introduit un nouveau facteur de correction qui devra être précisé lors de chaque enquête épidémiologique. Le fait que le sexe des dormeurs ne semble pas avoir d'influence particulière sur ce comportement chez *A. gambiae* A, la faible attractivité des bébés et la répartition des piqûres en fonction de l'âge des personnes sont autant d'éléments nouveaux dont il faudra désormais tenir compte dans l'étude de la transmission des *Plasmodium* humains.

SUMMARY

A STUDY OF THE AGGRESSIVITY OF *ANOPHELES GAMBIAE* A IN RELATION TO THE AGE AND SEX OF HUMAN SUBJECTS

Previous malariological surveys have shown that there is a gradual increase in parasite rate with age, the maximum being usually in school-age subjects. Attempts have been made to discover whether there is a relationship between the trends in parasite rate and vector behaviour, and whether the relatively low malaria prevalence recorded among infants is due to the fact that they are bitten relatively less frequently than adolescents, but in both cases results have been inconclusive.

The present authors studied these relationships at Djoumouna, a village close to Brazzaville, where *Anopheles gambiae* A is responsible for the transmission of stable, permanent, and holoendemic malaria.

The anophelines were captured at night (from 11 h 00 to dawn), directly on the legs of volunteers sleeping in their own houses. These subjects were chosen so as to represent the following age-groups in approximately equal numbers: infants (0-2 years), children (2-10 years), adolescents (11-20 years) and adults (over 20 years).

After 22 capture sessions more than 7000 *Anopheles gambiae* A females had been collected and three basic conclusions could be drawn: (1) the anophelines bit both males and females, indiscriminately; (2) the number of

bites received increased regularly in infants, children, adolescents, and adults, in the proportions of 1: 2: 2.5: 3, respectively; (3) the mosquito samples collected on different age-groups were similar in composition as regards not only parasite rate (average 5.33%) but also parity (average, 76.7% of parous females).

The samples varied only in number according to the size of the sleeping subject. The size of the target was, however, only one of the factors involved in the choice of host bitten, others being doubtless the body area and quantity of carbon dioxide or heat evolved, factors which will be examined later. From this observation three epidemiological lessons can be drawn: (1) in order to estimate correctly the total extent of transmission in a given village, on the basis of the usual entomological surveys, the demographic composition of the village must be known and a representative group of sleepers must be chosen as bait; (2) adolescents and adults (15 years and over) form a substantial proportion of the total reservoir of human infection; (3) the age-related biting pattern is a factor that should be taken into consideration in new mathematical models expressing the intensity of transmission of human malaria.

BIBLIOGRAPHIE

1. ACREE, R. B. ET AL. *Science*, **161**: 1346-1347 (1968).
2. ADAM, J. P. ET AL. Attractivité, pour les vecteurs du paludisme, des membres d'une population humaine en fonction de l'âge et du sexe (en préparation).
3. BRETT, G. A. *Trans. roy. Soc. trop. Med. Hyg.*, **32**: 113-124 (1938).
4. BROUWER, R. *Trop. geogr. Med.*, **12**: 62-66 (1960).
5. BROWN, A. W. A. *Bull. ent. Res.*, **42**: 575-582 (1951).
6. BROWN, A. W. A. *Bull. ent. Res.*, **45**: 67-78 (1954).
7. BROWN, A. W. A. *J. econ. Ent.*, **48**: 130 (1955).
8. BRUCE-CHWATT, L. J. ET AL. *Bull. Organ. mond. Santé*, **35**: 405-439 (1966).
9. CARESTIA, R. R. & SAVAGE, L. B. *Mosquito News*, **27**: 90-92 (1967).
10. CARLSON, D. A. ET AL. *J. econ. Ent.*, **66**: 329-331 (1973).
11. CARNEVALE, P. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **10**: 281-286 (1972).
12. CHANG, SAW-LING *Plant. Prot. Bull. (Taïwan)*, **8**: 50-63 (1966).
13. CHAUVET, G. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **7**: 235-275 (1969).
14. CLYDE, D. F. & SHUTE, G. T. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **7**: 543-545 (1958).
15. COZ, J. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, **11**: 33-40 (1973).
16. DETHIER, V. G. *Soap*, **33**: 83-87 (1975).
17. DETHIER, V. G. *Soap*, **33**: 97-101 (1975).
18. ELLIOTT, R. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, **21** (5): 755-763 (1972).
19. GARSON, L. R. & GARNER, D. D. *J. pharm. Sci.*, **60**: 1083-1085 (1971).
20. GILBERT, I. H. & GOUCK, H. K. *J. econ. Ent.*, **50**: 678-680 (1957).
21. GILBERT, I. H. ET AL. *Florida Entomologist*, **53**: 89-92 (1970).
22. GILLIES, M. T. *Nature (Lond.)*, **203**: 852 (1964).
23. GILLIES, M. T. *Ann. trop. Med. Parasit.*, **61**: 68-75 (1967).
24. GILLIES, M. T. & WILKES, T. J. *Bull. ent. Res.*, **62**: 389-404 (1972).
25. GJULLIN, C. M. *J. econ. Ent.*, **40**: 326-327 (1947).
26. GJULLIN, C. M. ET AL. *Mosquito News*, **33**: 67-71 (1973).
27. GROTHAUS, R. H. ET AL. *J. med. Ent.*, **9**: 149-152 (1972).
28. HADDOW, A. J. *Bull. ent. Res.*, **33**: 91-142 (1942).
29. HAMON, J. ET AL. *Bull. Soc. Path. exot.*, **57**: 1133-1150 (1964).
30. HAUFE, W. O. & BURGESS, L. *Can. Ent.*, **92**: 124-140 (1960).
32. HEADLEE, T. J. *J. econ. Ent.*, **30**: 309-312 (1937).
33. HERBERT, E. W. ET AL. *Mosquito News*, **32**: 212-214 (1972).
34. HOSOI, T. *Nature (Lond.)*, **181**: 1664-1665 (1958).
35. KALMUS, H. & HOCKING, B. *Ent. exp. appl.*, **3**: 1-26 (1960).
36. KHAN, A. A. & MAIBACH, H. I. *J. econ. Ent.*, **65**: 1318-1321 (1972).
37. KHAN, A. A. ET AL. *J. econ. Ent.*, **66**: 437-438 (1973).
38. KITAOKA, S. & ITO, K. *Jap. J. Sanit. Zool.*, **15**: 208-209 (1964).
40. KULHORN, F. *Z. angew. Zool.*, **58**: 1-23.
41. LAARMAN, J. J. *Acta leidensia*, **25**: 1-144 (1955).
42. LAARMAN, J. J. *Trop. geogr. med.*, **10**: 293-305 (1958).
43. LINDSAY, I. S. *An olfactometer for examining the effect of vapors on adult mosquitoes*. Canada, Defense Research Board, 1955 (*Suffield Experimental Station Technical Paper No. 76*).
44. MAASCH, H. J. *Z. Tropenmed. Parasit.*, **24**: 119-122 (1973).
45. MAIBACH, H. I. ET AL. *J. econ. Ent.*, **59**: 1302-1303 (1966).
46. MANGUM, C. L. & CALLAHAN, P. S. *J. econ. Ent.*, **61**: 36-37 (1968).
47. MAYER, M. S. & JAMES, J. D. *Bull. ent. Res.*, **58**: 629-642 (1969).
48. MUIRHEAD-THOMSON, R. C. *Br. med. J.*, **1**: 1114-1117 (1951).
49. NOVAKS, D. *Dtsch. Ent. Z. (N.F.)*, **14**: 481-482 (1967).
50. NUTTALL, G. H. F. *Br. med. J.*, **2**: 668-669 (1901).
51. OKOTH, J. E. *Afr. med. J.*, **50**: 317-322 (1973).
52. PARKER, A. H. *Bull. ent. Res.*, **39**: 387-397 (1948).
53. PETERSON, D. G. & BROWN, A. W. A. *Bull. ent. Res.*, **42**: 535-541 (1951).
54. ROESSLER, P. & BROWN, A. W. A. A comparison of oestrogens and amino acids as attractant for *Aedes aegypti* mosquitoes. In: *Proceedings of the Twelfth International Congress on Entomology*, p. 794.
55. SIPPEL, W. L. & BROWN, A. W. A. *Bull. ent. Res.*, **43**: 567-574 (1953).
56. SMART, M. R. & BROWN, A. W. A. *Bull. ent. Res.*, **47**: 80-100 (1956).
57. SMITH, A. E. *Afr. med. J.*, **38**: 246-255 (1961).
58. SMITH, A. & WEITZ, B. *Ann. trop. Med. Parasit.*, **53**: 414-415 (1959).
59. SNOW, W. F. *Bull. ent. Res.*, **60**: 43-48 (1970).
60. SPENCER, M. *Papua N. Guinea med. J.*, **10**: 75 (1967).
61. STRYKER, R. G. & YOUNG, M. W. *Mosquito News*, **30**: 388-393 (1970).
62. THOMAS, T. C. E. *Br. med. J.*, **2**: 1402 (1951).
63. THORSTEINSON, A. J. & BRUST, R. A. *Mosquito News*, **22**: 349-351 (1962).

64. TSYBA, I. F. Orientation of blood sucking mosquitoes to blood odors. In: *Khemoretseptiya Nasekomykh, Materialy, Vsesoiuznyi Simposium po Khemoretseptsii Nasekomykh*, 1973 Vilna, p. 139-143.
65. WENSLER, R. J. D. *Can. J. Zool.*, **50**: 415-420 (1972).
66. WHITE, G. B. *E. Afr. Med. J.*, **50**: 248-252 (1973).
67. WILLIS, E. R. *J. econ. Ent.*, **40**: 769 (1947).
68. WILTON, D. P. & FAY, R. W. *J. med. Ent.*, **9**: 301-304 (1972).
69. WOOD, C. S. ET AL. *Nature (Lond.)*, **239**: 165 (1972).
70. WRIGHT, A. H. & KELLOGG, F. E. *Nature (Lond.)*, **202**: 321-322 (1964).