

Genomgång av den vetenskapliga litteraturen beträffande elektriska mygg-repellenter och deras påstådda effekt på stickmyggor

**Anders Lindström
Statens Veterinärmedicinska Anstalt**

Rapporten beställd av Ulf Stenberg, Villaägarnas Riksförbund, Produktgranskning

SVA AVTAL 2023/87

SAMMANFATTNING

Sammantaget finns det inget vetenskapligt stöd för att någon typ av kommersiellt tillgängliga elektriska myggrepellenter skulle ha någon repellerande effekt på stickmyggor. Tvärtom verkar det som om en del apparater istället kan ge användaren fler myggbett än om man är utan.

Det finns, till yttermera visso, inte heller några vetenskapliga studier som visar att stickmyggor skulle ha förmåga att uppfatta ljud med ultraljudsfrekvens (>20 kHz).

Totalt hittades 16 vetenskapliga artiklar och 4 konferensbidrag som på olika sätt handlade om ljud/ultraljud och deras påverkan på stickmyggor. Sex fältstudier fanns bland dem. Fem av de sex fältstudierna rapporterar negativa resultat för elektriska myggrepellenter (EMR). Den artikel som rapportera positiva fältresultat saknar ordentlig metodbeskrivning och innehåller bland annat referenser som inte verkar finnas. Den går rimligen att bortse ifrån. Konferensbidrag kan vara vetenskapligt granskade eller inte. Normalt anses de inte ha samma tyngd som en vetenskapligt granskad artikel publicerad i en vetenskaplig tidskrift. Ett äldre konferensbidrag som inte följts upp av en vetenskaplig artikel har inte särskilt mycket vetenskaplig tyngd. Inget av de konferensbidrag som har tagits upp här verkar ha följts upp med någon vetenskaplig artikel trots att det gått flera år sedan de publicerades.

Av de 11 vetenskapligt granskade laboriestedier som undersökt om ljud repellerar stickmyggor rapporterar 10 att de inte funnit någon repellerande effekt. En artikel rapporterar att de har hittat repellerande effekt av ultraljud vid framförallt höga frekvenser och höga ljudnivåer. Ljudnivåerna i undersökningen ligger strax under vad Arbetsmiljöverket bedömer som möjlig hörselskaderisk för människor och är därför knappast användbart som myggrepellent i daglig användning.

Två fältstudier (Snow, 1977; Revay et al. 2013) och tre laboriestedier (Schreck et al. 1982; Cabrini & Andrade, 2006; Andrade & Cabrini, 2010) rapporterar ökad bitfrekvens vid användning av EMR. Det finns ingen bra förklaring till varför det skulle vara så.

I en vetenskaplig artikel och ett konferensbidrag har man inte undersökt om ljud repellerar mygg utan om det påverkar dödligheten. Båda rapporterar ökad dödlighet hos stickmyggor i laborieförsök om de utsätts för ultraljud jämfört med kontroll (dvs att de inte utsätts för ultraljud).

Tre konferensbidrag visar hur man på olika sätt kan bygga apparater som skickar ut ultraljud för att skydda mot myggor. De har tagits med i den här sammanställningen eftersom de kan dyka upp om man söker efter information om stickmyggor och ultraljud. Ingen av dem har gjort några test på myggor, varken i fält eller på laboratorium. I alla tre upprepas ett påstående om att ultraljud med en frekvens på 38-44 kHz ska repellera stickmyggor. Påståendet kommer från den tidigaste artikeln och stöds av en referens. Om man kollar upp den referensen så ser man att den inte nämner stickmyggor överhuvudtaget. Det går i det här sammanhanget att helt bortse från de här konferensbidragen.

Åtta vetenskapliga artiklar var inte tillgängliga i sin helhet och har därför inte tagits med i sammanställningen. För fyra av dem gick det ändå att hitta åtminstone ett abstrakt. För de fyra står det helt klart att man inte funnit någon repellerande effekt av EMR. För de övriga framgår det ur sammanhanget de refereras till i senare artiklar att de inte har funnit någon repellerande effekt. Sex av dem (alla utom Singleton (1977) och Barrido et al (1993)) är inkluderade i Enayati et al (2007) som kommer fram till att det helt saknas stöd för att påstå att ljud i någon form har en repellerande effekt på stickmyggor.

INTRODUKTION

Många företag marknadsför apparater som påstås repellera eller skrämma bort stickmyggor genom att avge framför allt ultraljud. På uppdrag av Villaägarnas Riksförbund har jag gått igenom och granskat den tillgängliga vetenskapliga litteraturen för att se om det finns någon vetenskaplig grund för påståenden om att den här typen av apparater skulle fungera.

Stickmyggornas hörsel

Myggornas ”öron” sitter i antennerna. Ljudvågor får håren på antennerna att vibrera och vibrationerna leds genom antennen ner till Johnstons organ vid antennens bas där de konverteras till elektriska signaler som överförs till nervsystemet. Stickmyggor använder hörseln framförallt vid parningen, där hanarna lyssnar efter honornas vingljud och anpassar sitt eget vingljud för att harmonisera med honans varefter parning kan ske (Clements, 1999). Av alla undersökta leddjur antas stickmyggorna ha den känsligaste hörseln (Göpfert & Robert, 2000). Stickmyggor kan känna av ljud i frekvensområdet 200 – 1000 Hz (Feguère et al., 2022). Det finns inga studier som tyder på att de har förmåga att höra ultraljud (> 20 000 Hz) eller använda hörseln för att undkomma till exempel fladdermöss (Feguère et al., 2022). Det finns förvisso ett flertal insekter som man vet har förmåga att uppfatta fladdermössens ultraljud och reagera på det för att undkomma predation (Miller & Surlykke, 2001). De kanske mest kända är de nattflygande svärmarna och nattflyna som reagerar på fladdermössens ekolokaliseringssignaler med att dra in vingarna och falla mot marken. Men det finns alltså inga studier som visar att ett sådant beteende förekommer hos stickmyggor.

Ultraljud

Som ultraljud räknas ljud med en frekvens som överstiger människans förmåga att uppfatta dem, i praktiken betyder det ljud med en frekvens över 20 000 Hz. Det finns ingen övre gräns för vad som räknas som ultraljud.

Elektriska myggrepellenter, EMR

Det finns en mängd tillverkare av apparater som påstås skrämma eller repellera stickmyggor med hjälp av hörbart ljud och ultraljud. Man har framfört olika hypoteser om varför detta skulle fungera. En hypotes är att parade mygghonor skulle undvika frekvenser som påminner om hanarnas flygljud. Det verkar inte finnas några vetenskapliga studier som stödjer den hypotesen. En annan hypotes är att stickmyggor skulle undvika ljud för att det påminner om de ljud som olika predatorer avger när de jagar. Predatorer som ofta nämns i de här sammanhangen är fladdermöss som utstöter ultraljud när de jagar och trollsländor som avger hörbart ljud med vingarna när de flyger. Det finns ingen vetenskaplig litteratur som stödjer de här påståendena.

DEN VETENSKAPLIGA LITTERATUREN:

Den vetenskapliga litteratur som redovisas här är den som funnits tillgänglig via internet i juni/juli 2023. Det finns ytterligare litteratur, främst äldre, som inte digitaliserats och som vi därför inte kunnat gå igenom under den tid som projektet pågått. Det finns dock inget som tyder på att den litteraturen skulle ändra slutsatserna som rapporten leder fram till. Ingenstans refereras det till någon artikel vi inte kunnat få tag på i ordalag som gör att man har någon anledning att tro att det skulle finnas avvikande forskningsresultat bland de artiklar som inte varit tillgängliga. Totalt hittades 20 artiklar av varierande vetenskaplig

nivå där man utvärderat hur ljud påverkar myggor. I de äldsta artiklarna testar man apparater som avger ljud med lägre frekvens än ultraljud. De är medtagna och redovisade här eftersom de refereras i en del av de nyare artiklarna och för att ge en fullständig bild av kommersiellt tillgängliga EMR. Jag har också listat artiklar som refererats i de artiklar som jag kunnat få tag på via nätet men som inte varit tillgängliga. I några fall har endast abstraktet varit tillgängligt och då har jag bifogat slutsatserna från det.

Den äldsta tillgängliga artikeln är Kutz, F.W. (1974). Här testades en kommersiellt tillgänglig elektronisk myggrepellent (EMR) som avger ett ljud med runt 5200 Hz, dvs inte ett ultraljud. Man testade apparaten i labmiljö, i en Peet-Grady kammare och i fält. Inget av försöken visade på någon effekt av ljud på myggorna.

Snow (1977) gjorde tre olika fälttester i Västafrika med en kommersiellt tillgänglig EMR som avgav ett ljud med frekvensen 2000 – 2500 Hz. Inget av testerna stödjer påståenden om att ljud skulle repellerar myggor. I en del fall noterades fler myggor när apparaterna var påslagna än när de inte var det.

Belton (1981) undersökte fyra olika kommersiellt tillgängliga EMR. De högsta ljudfrekvenserna som apparaterna avgav var gott och väl inom ultraljudsfrekvenserna. Experimenten gjordes både på myggor i burar och i fälttest. I fälttesten räknade man antal myggor som landade på blottade underarmar, omväxlande med EMR påslagen och avslagen. Testerna visade ingen skillnad i landningsfrekvens beroende på EMR var påslagen eller avslagen.

Lewis et al. (1982) testade en kommersiellt tillgänglig EMR, men anger inte vilken frekvens den avger. De gjorde både fälttest och laborietest. Inget av testen visade på någon repellerande effekt av ljudet.

Schreck et al (1984) testade två kommersiellt tillgängliga EMR som avgav ultraljud. De använde olfaktometrar där en testperson stoppade in en arm med eller utan EMR. Testmyggorna var av arterna gulafebernmygga (*Aedes aegypti*) och *Anopheles quadrimaculatus*. I ett av försöken var det signifikant fler gulafebernmyggor som bet testpersonen när EMRen var påslagen än när den var avstängd. I övrigt kunde man inte påvisa någon effekt av EMR på testmyggornas beteende.

Foster & Lutes (1985) testade fem olika kommersiellt tillgängliga EMR i en flygkammare. Apparaterna avgav ljud med frekvens mellan 20 och 70 kHz. De testade på fyra olika myggarter (*Anopheles quadrimaculatus*, gulafebernmygga (*Aedes aegypti*), amerikansk trädhålsmygga (*Aedes triseriatus*) och *Hemagogus equinus*). Inga tester visade på någon repellerande effekt av någon av apparaterna.

Jensen et al. (2000) testade effektiviteten i fält hos en EMR som påstods avge ett ljud med samma frekvens som mygghanarnas flygljud (dvs. 200-600 Hz) och att detta skulle hålla honorna borta. Man noterade ingen repellerande effekt.

Andrade & Bueno (2001) testade tre olika EMR på asiatisk tigermygga (*Aedes albopictus*) i burar i ett laboratorium. De testade apparaterna avgav hörbart ljud. Ingen av de testade EMR hade någon repellerande effekt på stickmyggorna.

Cabrini & Andrade (2006) testade sju olika EMR som avgav både ultraljud och hörbart ljud i ett laboratorium. De använde gulafebernmygga (*Ae. aegypti*) som testmygga. Ingen av de testade apparaterna hade någon avvisande effekt på myggorna. Man noterade till och med att en del apparater resulterade i fler bett när de var påslagna.

Ahmad et al (2007) använde en ultraljudsapparat som avgav ljud mellan 60 och 100 kHz. Man testade effekten i ett laboratorium på kolonier av *Anopheles quadrimaculatus* och *Anopheles gambiae*. Testet visade att myggorna inte blev repellerade av ljudet.

Hadi et al (2009) testade knockdowneffekten av ultraljud på gulafebernmyggor (*Ae. aegypti*) i så kallade Peet Grady-kammare. De rapporterar att 74% av myggorna som utsattes för ultraljud mellan 20 och 100 kHz i 24h dog. Det här är inte en vetenskapligt granskad artikel publicerad i en vetenskaplig tidskrift utan ett konferensbidrag.

Andrade & Cabrini (2010) testade effekten av olika frekvenser från 6,2 till 20,4 kHz på gulafebernmyggor (*Ae. aegypti*) i laboratoriemiljö. De visade att myggorna reagerade positivt, det vill säga attraherades, av vissa frekvenser.

Revay et al (2013) testade sju olika kommersiellt tillgängliga produkter som påstods repellera stickmyggor. Testpersonerna som testade en EMR upplevde mellan 14 och 22% ökad bitfrekvens när apparaten var påslagen jämfört med när den var avslagen. Det står inte vilken frekvens apparaten använde.

Okorie et al (2015) testade en air conditioner med inbyggd ultraljudsapparat på *Anopheles gambiae* s.l. myggor i en Peet Grady-kammare. De mätte knockdowneffekt och i vilken grad myggorna lämnade kammaren under 24 timmar när de utsattes för olika kombinationer av AC och ultraljud. De rapporterar 60,7% dödlighet med AC + ultraljud och 17,3% dödlighet med bara ultraljud. I kontrollen noterades 4,7% dödlighet. De använde en EMR som genererade frekvenser mellan 20 och 100 kHz. De har inte specificerat vilken frekvens som faktiskt användes vid försöken.

Saini et al. (2016) presenterar i ett konferensbidrag en soldriven EMR som påstås repellera mygg från större områden som till exempel parker. Författarna påstår att frekvenser mellan 38 kHz och 44 kHz är effektiva för att repellera stickmyggor, men refererar till ett annat konferensbidrag som överhuvudtaget inte nämner stickmyggor eller de nämnda frekvenserna. Inga försök att testa apparaten nämns i texten.

Singh et al. (2016) presenterar i ett annat konferensbidrag en soldriven EMR som påstås repellera stickmyggor på en yta av 255 m². Författarna påstår att ultraljud med en frekvens på 38 kHz till 44 kHz repellerar stickmyggor och refererar till Saini et al (2016) som alltså hade tagit sina uppgifter från en artikel som inte nämner stickmyggor överhuvudtaget. Inga försök att testa apparaten nämns i texten.

Ikeri et al. (2017) rapporterar att de har byggt en EMR som genererar ultraljud med en frekvens mellan 20 kHz och 70 kHz. När de testar den finner de att den repellerar myggor vid frekvenser mellan 40 kHz och 55 kHz. Vid övriga frekvenser ser de ingen repellerande effekt. Det finns ingen uppgift om vilka myggarter de har testat på eller hur många myggor som fanns i rummen de testade i. Det här är en problematisk artikel där författarna bland annat refererar till artiklar som inte verkar finnas överhuvudtaget. Bristerna i både material och metoder och i resultatdelen är så stora att artikeln inte borde ha publicerats. Tidskriften där artikeln är publicerad betraktas som en predatory journal, dvs en tidskrift där artiklarna inte nödvändigtvis granskas vetenskapligt innan publicering. Eftersom det är en artikel som blir refererad tar jag med den i sammanställningen för att den ska vara komplett.

Rodriguez et al. (2017) testar elva olika repellenter som av tillverkarna påstås vara repellerande på gulafebernmygga (*Ae. aegypti*). En av repellenterna är en EMR. Det står inte vilken frekvens den använder. Författarna ser ingen repellerande effekt av apparaten.

Ahmad et al. (2018) har skrivit ett konferensbidrag där de beskriver hur de har utvecklat en mobilapp som ska generera ultraljud med en frekvens på 38 kHz. Som stöd för det refererar de till Singh et al (2016) som alltså i sin tur refererar till Saini et al (2016) som tar uppgiften från en artikel där stickmyggor inte nämns. Inga faktiska försök att repellera stickmyggor med mobilappen presenteras i texten.

Kim et al (2021) rapporterar om ett antal laboratorieförsök där de utsätter gulafebernmyggor (*Ae. aegypti*) för ultraljud. Först testade de om myggornas överlevnad påverkades av ultraljud genom att utsätta myggor

i en bur för ultraljud med frekvenserna 30, 45, 80, och 450 kHz vid 90 dB i 24 timmar. Ultraljudet påverkade inte överlevnaden. De testade också i vindtunnel om ultraljud med 30, 60 och 100 kHz vid 50, 75 och 90 dB repellerar gulafebernmyggor. Resultatet i det här försöket blev att ultraljud repellerade upp till ca 60 % av myggorna vid 100 kHz och 90 dB. Nästa försök gjordes i ett rum som avdelats på mitten, myggorna släpptes i den ena delen och man mätte hur många som flög över till den andra delen genom ett fönster. Man använde ultraljud med frekvenser mellan 30 och 100 kHz vid 90 och 110 dB. Resultatet blev att färre myggor tog sig från den ena kammaren till den andra när EMR var påslagen i den andra kammaren. I ytterligare ett försök testade man antalet mygg som landade på exponerad hud. Här hade man behandlat myggorna med ultraljud med frekvenserna 30 och 100 kHz vid 90 dB i 24 timmar innan försöket. Något som svårligen låter sig göras i fält. Resultatet blev att myggor som utsatts för ultraljudsbehandlingen i lägre grad landade på den exponerade huden. I ett sista försök tittade man på uttrycket av vissa gener kopplade till doftigenkänning av koldioxid och hörsel. Myggorna hade utsatts för 110 kHz och 90 dB i 24 h. Resultatet blev att de myggor som utsatts för ultraljud hade ändrat uttryck av en del testade gener. Det vill säga att myggor som utsätts för ultraljud med hög volym under lång tid blir påverkade. Det är ju kanske inte så förvånande och ljudnivåerna ligger strax under vad Arbetsmiljöverket bedömer kan orsaka hörselskador hos människor.

TIDIGARE SAMMANSTÄLLNINGAR:

Curtis (1986) noterar att tidigare försök att påvisa effekt av ultraljud på stickmyggor varit fruktlösa. Han skriver också att två produkter avger ljud och som marknadsförts som myggrepellent har blivit förbjudna att sälja på den brittiska marknaden eftersom de bedömts vara verkningslösa.

Coro & Suárez (1998) gjorde en sammanställning av den vetenskapliga litteraturen om EMR som fanns tillgänglig då. Deras slutsats är att EMR inte skyddar från myggbett.

Enayati et al (2007) gjorde en systematisk sammanställning till Cochrane Library av tillgänglig litteratur. De redovisar 10 fältstudier och gör bedömningen att EMR inte har någon påvisbar effekt på stickmyggors beteende.

Aflitto & DeGomez (2014) gör en kortfattad sammanställning av alla typer av ljudapparater för användning mot oönskade insekter, inklusive mygg. De rekommenderar att man inte försöker använda den här typen av åtgärder eftersom det saknas vetenskapliga bevis på att den fungerar.

ARTIKLAR SOM INTE VARIT TILLGÄNGLIGA I SIN HELHET:

Rasnitsyn, S.P., Alekseev, A.N., Gornostaeva, R.M., Kupriyanova, E.S., Potapov, A.A., Razumova, O.V. (1974) Negative results of tests of sound generator specimens designed for mosquito repellence. *Meditsinskaiia Parazitologiiia i Parazitarnye Bolezni*. 43(6): 706-708. (Refererad i Belton 1981 och Enayati et al. 2007. Referaten antyder att den här studien inte stödjer någon repellerande effekt av ljud på stickmyggor. Abstraktet (sammanfattningen) är tillgängligt på nätet och där kan man läsa följande: "Trials of different apparatuses designed for repelling mosquitoes by means of sound signals (in the range of unmodulated frequencies of 0.15 to 74.6 kc) gave negative results. The trials were carried out during the season of attacks of *Culiseta* and *Aedes* mosquitoes in Magadan reion, *Aedes* in the south of Krasnoyarsk region and in Moscow region and *Culex pipiens* in Moscow City")

Gorham, J.R. (1974) Tests of mosquito repellents in Alaska. *Mosquito News* 34: 409-415 (Refererad i Snow 1977 och Enayati et al. 2007. Referaten i senare artiklar antyder att den här studien inte stödjer någon repellerande effekt av ljud på stickmyggor).

Garcia, R., Des Rochers, Voight, W.G. (1976) Evaluation of electronic mosquito repellents under laboratory and field conditions. *Vector Views* 23:21-23. (Refererad i Belton 1981. Referatet antyder att den här studien inte stödjer någon repellerande effekt av ljud på stickmyggor).

Helson, B.V., Wright, R.E. (1977) Field evaluation of electronic mosquito-repellents in Ontario. *Proceedings of the Entomological Society of Ontario*. 108: 59-61. (Refererad i Belton 1981 och Enayati et al. 2007. Referaten antyder att den här studien inte stödjer någon repellerande effekt av ljud på stickmyggor).

Schreck, C.E., Weidhaas, D.E. Smith, C.N. (1977) Evaluation of electronic sound producing devices against *Aedes taeniorhynchus* and *Ae. sollicitans*. *Mosquito News* 37:529-531 (Refererad i Belton 1981 och Enayati et al. 2007. Referaten antyder att den här studien inte stödjer någon repellerande effekt av ljud på stickmyggor. Abstraktet är tillgängligt på nätet och där kan man läsa följande: "Two new instruments were tested, "Buzz-Off" and the Norris Electronic Mosquito Repeller. The authors found no evidence that these devices had any effect on the biting behaviour and annoyance caused by *Aedes taeniorhynchus* and *A. sollicitans* in Florida").

Singleton, R.E. (1977) Evaluation of two mosquito-repelling devices. *Mosquito News* 37: 195-199. (Refererad i Belton 1981 och Enayati et al. 2007. (Abstraktet är tillgängligt på nätet: "Two electronic devices emitting sound waves which, according to label and advertised claims, ward off most female mosquitoes, for a distance of 0.9 to 2.5 ms (3-8 ft) were tested to ascertain their effectiveness as mosquito repellents. Evaluations were conducted in a chamber under practical-use conditions as defined by Soltavatta (1947) to be a distance of 10 in. The results of all evaluations indicated that the devices did not afford protection against the bites of *Aedes aegypti* mosquitoes as claimed by the manufacturer under the conditions used in this study. Only one species of mosquito was used in this study because it has been observed by Soltavatta (1947) that the flight sound pitch is practically the same for all species of mosquitoes.")

Sylla, E.H.K., Lell, B., Kremsner, G.K. (2000) A blinded, controlled trial of an ultrasound device as mosquito repellent. *Wiener Klinische Wochenschrift* 112: 448-450. (Refererad i Cabrini & Andrade (2006) samt i Enayati et al (2007). Referaten antyder att den här studien inte stödjer någon repellerande effekt av ljud på stickmyggor. Abstraktet är tillgängligt på nätet och där kan man läsa följande: "Ultrasound emitting devices are used to repel mosquitoes. We tested the repelling properties of a commercially available ultrasound device in a domestic setting in Gabon. Devices emitting three different block frequencies ranging from 3 to 11 kHz were tested in a paired, cross-over blinded and placebo controlled trial during eighteen nights in nine pairs of houses. A total of 7485 mosquitoes (10% *Anopheles*, 62% *Culex*, 27% *Mansonia* and 1% *Aedes*) were caught, 23 per house per night. There was no significant difference in landing rate between the houses with ultrasound device and the houses with placebo for any species of mosquito. Thus the ultrasound device used was not effective against mosquitoes in this strictly controlled trial.")

Barrido R, Brown J, Novak R & Borenbaum M (1993) A test of the efficacy of ultrasonic mosquito repellents. *Vector Control Bulletin North Central States* 2: 65-69. (Refereras i Cabrini & Andrade (2006) i samband med att de diskuterar att en del EMR snarare verkar locka myggor än repellera dem: "Also, when Barrido et al. (1993) evaluated electronic repellents, four out of six devices showed a significantly higher attraction when turned on.")

REFERENSER:

- Aflitto, N., Degomez, T. (2014) Sonic pest repellents. University of Arizona Cooperative Extension Service and Agricultural Experiment Station Bulletin AZ1639
- Ahmad, A. Subramanyam, B., Zurek, L. (2007) Responses of mosquitoes and German cockroaches to ultrasound emitted from a random ultrasonic generating device. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 123: 25-33.
- Ahmad, J., Mahamad, S., Fadzil, N.S.M. (2018) Integrated mosquitoes repellent with ultrasound and frequency. IEEE Conference on Open Systems.
- Andrade, C.F.S., Bueno, V.S. (2001) Evaluation of electronic mosquito-repelling devices using *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae). *Neotropical Entomology* 30(3): 497-499.
- Andrade, C.F.S., Cabrini, I. (2010) Electronic mosquito repellents induce increased biting rates in *Aedes aegypti* mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of Vector Ecology* 35(1): 75-78.
- Barrido R, Brown J, Novak R & Borenbaum M (1993) A test of the efficacy of ultrasonic mosquito repellents. *Vector Control Bulletin North Central States* 2: 65-69.
- Belton, P. (1981) An acoustic evaluation of electronic mosquito repellents. *Mosquito News* 41: 751-755.
- Cabrini, I., Andrade, C.F.S. (2006) Evaluation of seven new electronic mosquito repellents. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 121: 185-188.
- Clements, A.N. (1999) *The Biology of Mosquitoes*. Vol. 2 Sensory reception and behaviour. CABI Publishing.
- Coro, F., Suárez, S. (1998) Repelentes electrónicos contra mosquitos: propaganda y realidad. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 50(2): 89-92.
- Curtis, C.F. (1986) Fact and fiction in mosquito attraction and repulsion. *Parasitology Today*, 2: 316-318.
- Enayati A, Hemingway J, Garner P. (2007) Electronic mosquito repellents for preventing mosquito bites and malaria infection. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 2. Art. No.: CD005434.
- Feugère, L., Simões, P.M.V., Russel, I.J., Gibson, G. (2022) The role of hearing in mosquito behaviour. Chapter 26 *In: Ignell, R. Lazzari, C.R., Lorenzo, M.G., Hill, S.R. (eds.) Sensory Ecology of Disease Vectors*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands. pp. 683-708.
- Foster, W.A., Lutes, K.I. (1985) Tests of ultrasonic emissions on mosquito attraction to hosts in flight chamber. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 1: 199-200.
- Garcia, R., Des Rochers, Voight, W.G. (1976) Evaluation of electronic mosquito repellents under laboratory and field conditions. *Vector Views* 23:21-23.
- Gorham, J.R. (1974) Tests of mosquito repellents in Alaska. *Mosquito News* 34: 409-415
- Göpfert, M.C., Robert, D. (2000) Nanometre-range acoustic sensitivity in male and female mosquitoes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 267: 453-457.

- Hadi, U.K., Koesharto, F.X., Sigit, S.H., Sugiarto (2009) Study of the effect of ultrasonic device against the dengue mosquito, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Seminar Nasional Hari Nyamuk 2009. pp. 54-57.
- Helson, B.V., Wright, R.E. (1977) Field evaluation of electronic mosquito-repellents in Ontario. Proceedings of the Entomological Society of Ontario. 108: 59-61.
- Ikeri, H.I., Onyia, A.I., Chima, A.I., Nwobodo, A.N. (2017) Construction and empirical study of electronic piezo buzzer repellent. International Journal of Scientific & Engineering Research, 8(11): 1605-1610.
- Jensen, T., Lampman, M., Slamecka, C., Novak, R.J. (2000) Field efficacy of commercial antimosquito products in Illinois. Journal of the American Mosquito Control Association. 16(2):148-155.
- Kim, D., Ilyasov, R., Yunusbaev, U., Lee, S., Kwon, H.W. (2021) Behavioral and molecular responses of *Aedes aegypti* to ultrasound. Journal of Asia-Pacific Entomology, 24: 429-435.
- Kutz, F.W. (1974) Evaluations of an electronic mosquito repelling device. Mosquito News 34: 369-375.
- Lewis, D.J., Fairchild, W.L., LePrince, D.J. (1982) Evaluation of an electronic mosquito repeller. Canadian Entomologist 114: 699-702.
- Miller, L.A., Surlykke, A. (2001) How some insects detect and avoid being eaten by bats: tactics and counter-tactics of prey and predator. BioScience. 51 (7): 570-581.
- Okorie, P.N., Okareh, O.T., Adeleke, O., Falade, C.O., Ademowo, O.G. (2015) Effects of an in-built ultrasonic device on *Anopheles gambiae* s.l. mosquitoes in an indoor environment. International Research Journal of Engineering Science, Technology and Innovation, 4: 5-11.
- Revay, E.E., Junnila, A., Xue, R., Kline, D.L., Bernier, U.R., Kravchenko, V.D., Qualls, W.A., Ghattas, N., Müller, G.C. (2013) Evaluation of commercial products for personal protection against mosquitoes. Acta Tropica 125: 226-230.
- Rodriguez, S.D., Chung, H., Gonzales, K.K., Vulcan, J., Li, Y., Ahumada, J.A., Romero, H.M., De La Torre, M., Shu, F., Hansen, I.A. (2017) Efficacy of some wearable devices compared with spray-on insect repellents for the yellow fever mosquito, *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). Journal of Insect Science, 17(1): 1-6.
- Saini, S.S., Bansal, D., Brar, G.S., Sidhu, E., (2016) Solar energy driven arduino based smart mosquito repeller system. Konferensbidrag på IEEE WiSPNET 2016.
- Schreck, C.E., Webb, J.C., Burden, G.S. (1984) Ultrasonic devices: Evaluation of repellency to cockroaches and mosquitoes and measurement of sound output. Journal of Environmental Science and Health. 19: 521-531.
- Schreck, C.E., Weidhaas, D.E. Smith, C.N. (1977) Evaluation of electronic sound producing devices against *Aedes taeniorhynchus* and *Ae. sollicitans*. Mosquito News 37:529-531
- Sing, J., Brar, G.S., Noorinder, Saini, S.S. Sidhu, E. (2016) Solar energy driven autonomous smart ultrasonic mosquito repeller system. Konferensbidrag på International Conference on Control, Computing, Communication and Materials (ICCCCM).

Singleton, R.E. (1977) Evaluation of two mosquito-repelling devices. *Mosquito News* 37: 195-199.

Snow, W.F. (1977) Trials with an electronic mosquito-repelling device in West Africa. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 71 (5): 449–450.

Sylla, E.H.K., Lell, B., Kremsner, G.K. (2000) A blinded, controlled trial of an ultrasound device as mosquito repellent. *Wiener Klinische Wochenschrift* 112: 448-450.

Tabell 1. Översikt över de artiklar och konferensbidrag som gåtts igenom.

Artiklar	Fälttest	Labtest	Ultraljud	Hörbart ljud	Påvisad repellerande effekt	Kommentar
1 Kutz (1974)		X		X	Nej	
2 Snow (1977)	X			X	Nej	
3 Belton (1981)	X	X	X	X	Nej	
4 Lewis et al. (1982)	X	X			Nej	
5 Schreck et al (1984)		X	X		Nej	
6 Foster & Lutes (1985)		X	X		Nej	
7 Jensen et al (2000)	X			X	Nej	
8 Andrade & Bueno (2001)		X		X	Nej	
9 Cabrini & Andrade (2006)		X	X	X	Nej	
10 Ahmad et al (2007)		X	X		Nej	
11 Hadi et al (2009)		X	X		Nej	Konferensbidrag. Ökad dödlighet
12 Andrade & Cabrini (2010)		X	X	X	Nej	
13 Revay et al (2013)	X				Nej	
14 Okorie et al (2015)		X	X		Ja	Ökad dödlighet
15 Saini et al (2016)			X		Nej	Konferensbidrag
16 Singh et al (2016)			X		Nej	Konferensbidrag
17 Ikeri et al (2017)	X		X		Ja	
18 Rodriguez et al (2017)		X			Nej	
19 Ahmad et al (2018)			X		Nej	Konferensbidrag
20 Kim et al (2021)		X	X		Ja	
Artiklar som inte varit tillgängliga i sin helhet						
1 Rasnitsyn et al (1974)	X				Nej	Abstrakt ¹ finns
2 Gorham (1974)	X				Nej	
3 Garcia et al (1976)	X	X			Nej	
4 Helson & Wright (1977)	X				Nej	
5 Schreck et al (1977)	X				Nej	Abstrakt finns
6 Singleton (1977)		X			Nej	Abstrakt finns
7 Sylla et al (2000)	X	X			Nej	Abstrakt finns
8 Barrido et al (1993)			X		Nej	
Sammanställningar						
1 Curtis (1986)					Nej	
2 Coro & Suárez (1998)					Nej	
3 Enayati et al (2007)	X				Nej	
4 Aflitto & DeGomez (2014)					Nej	

¹ Sammanfattning