

ELIZA DĄBROWSKA

AKTYWNOŚĆ DOBOWA KOMARÓW I CZYNNIKI  
JĄ REGULUJĄCE

Zakład Ekologii PAN w Warszawie

- I. Teren
  - II. Metodyka
  - III. Uwagi ogólne, dotyczące zależności komarów od mikroklimatu
  - IV. Analiza wyników badań
  - V. Omówienie literatury
  - VI. Wyloty komarów na tereny przyleśne
- Literatura  
Streszczenie

Celem pracy jest analiza wpływu czynników klimatycznych na aktywność dobową komarów oraz zbadanie przebiegu wieczornego opanowywania przez komary terenów przyleśnych, niezadrzewionych.

## I. TEREN

Badania przeprowadzono w latach 1953 i 1954 pod Warszawą, na terenie Puszczy Kampinoskiej, w części bagnistej, przylegającej do pasa wydm koło Dziekanowa Leśnego oraz na samej Wydmie Dziekanowskiej.

Analizy przebiegu cyklu dobowego komarów dokonano na podstawie połowów całodobowych, prowadzonych w 1954 r. na 3 stanowiskach: stanowisko 1 — położone ok. 300 m od Wydmy Dziekanowskiej; stanowisko 3 — bliższe wydmom; stanowisko 4 — grzbiet Wydmy Dziekanowskiej.

Zagadnienie wieczornych rozlotów komarów na tereny przy-leśne opracowano na podstawie materiałów uzyskanych w 1953 r. Przeprowadzono wówczas wieczorne połowy przynętowe na stanowiskach leśnych 1 i 2, w części wydmowej na stanowiskach 4, 5, 6 i 7. Załączony szkic stanowisk określa bliżej ich położenie względem siebie (fig. 1).

W podanym poniżej opisie stanowisk uwzględniono głównie stopień zadrzewienia badanych środowisk, zwartości podszycia i gęstości runa, ponieważ decydują one o warunkach mikroklimatycznych danego środowiska, a co za tym idzie, o możliwości utrzymania się w nim komarów w ciągu doby.

Stanowisko 1 jest to obszar śródleśny, otoczony z dwóch stron pasami bagienek, wysychających w okresie lata. Porośnięty jest lasem sosnowym z domieszką drzew liściastych, głównie osiki i ol-

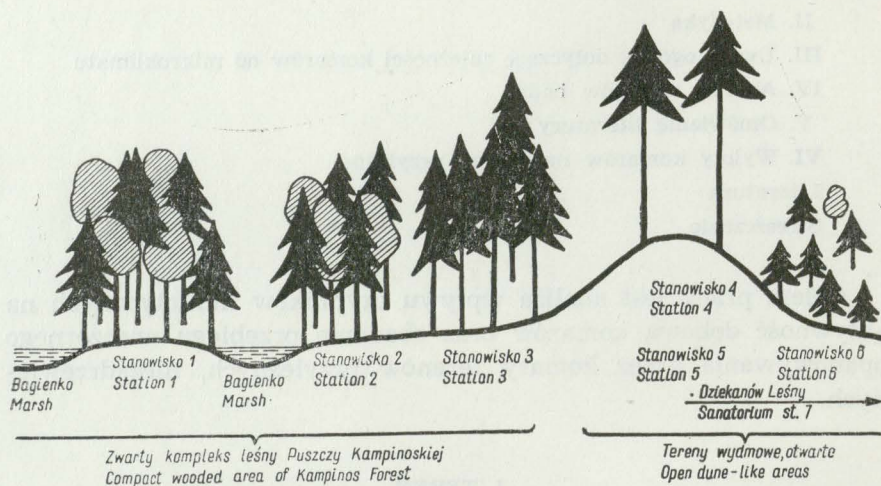


Fig. 1. Szkic stanowisk  
Sketch of stations

chy (*Populus tremula* L., *Alnus glutinosa* L.). Gęste podszycie złożone jest z młodych drzewek wyżej wymienionych gatunków drzew liściastych, w runie występuje wrzos (*Calluna vulgaris* Salisb.) i borówki (*Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L.). Obserwuje się tu występowanie komarów w ciągu całej doby.

Stanowisko 2 zbliżone jest charakterem roślinności do stanowiska poprzedniego, ale leży bliżej brzegu puszczy.

Stanowisko 3 graniczy z Wydumą Dziekanowską. Jest to las sosnowy (drażowina) bez podszycia, w runie występują duże płyty wyspowo rozmieszczonego wrzosu. W ciągu dnia obserwowano tu tylko pojedyncze okazy komarów. Niski poziom występowania fauny komarów spowodowany był brakiem odpowiednich miejsc na kryjówki dzienne.

Stanowisko 4 to szczyt Wydmy Dziekanowskiej, przylegającej do skraju puszczy. Teren porośnięty silnie przerzedzonym starodrzewiem sosnowym jest całkowicie pozbawiony podszycia i runa. Nie obserwuje się tu w ciągu dnia fauny komarów, dopiero wieczorem następuje nalatywanie jej z głębi puszczy.

Stanowisko 5 to ten sam typ środowiska co stanowisko 4.

Stanowisko 6 leży u podnóża Wydmy, naprzeciw terenów bagnistych, odległe od nich o ok. 400 m. Teren porośnięty jest niskimi (ok. 1 m), dość gęsto rosnącymi sosnami, miejscami występują młode brzozy. Runo stanowią kępy wrzosu. Na tym stanowisku, podobnie jak na stanowiskach 3, 4 i 5, brak w ciągu dnia fauny komarów.

Stanowisko 7 oddalone jest od części bagnistej puszczy o ok. 500 m. Jest to podwórze sanatoryjne z pojedynczymi, starymi sosnami. W ciągu dnia komary się tu nie pojawiają.

## II. METODYKA

W związku z zagadnieniem przebiegu zmian aktywności komarów w ciągu doby na stanowiskach 1, 3 i 4 przeprowadzono połowy całodobowe. Dokonywano ich metodą przynętową. Przynętą był siedzący spokojnie człowiek, zawsze ten sam, co wykluczało błędy, wynikające z różnego stopnia łowności, obserwowanego u różnych osób. Każdy połów trwał 10 minut. Przez ten czas łowiono wszystkie przylatujące komary oraz notowano okazy, których nie udało się złowić. Przerwy między połowami były w ciągu dnia godzinne, natomiast w okresach intensywniejszych zmian aktywności komarów zwiększano je od 4—6 na godzinę. W sumie przeprowadzono 91 połowów 10-minutowych i złowiono 1754 okazy.

Wieczne wyloty komarów na tereny przyłeśne były przedmiotem szczegółowych badań w 1953 r. Dokonano wtedy wieczornych połowów przynętowych na stanowiskach leśnych 1 i 2 oraz na stanowiskach wydmy 4, 5, 6 i 7. Połowów dokonywano w ten sposób, że na kolejnym stanowisku, poczynając od godz. 17—18 aż

do zupełnego zmroku poławiano komary co 10 minut (10-minutowy połów, następnie 10 minut przerwy). W sumie przeprowadzono 27 całowieczornych obserwacji (192 połowy 10-minutowe). Ogółem metodą tą uzyskano 1787 okazów komarów.

Jednocześnie z połowami całodobowymi dokonywano pomiarów wilgotności i temperatury psychrometrami Augusta na wysokości 1,5—2,0 m od ziemi i na poziomie ziemi.

Wiadomo z literatury, że rozlatywanie się komarów w górę jest dość znaczne. Bates (1944) badał rozlatywanie się komarów lasu tropikalnego do 24 m wzwyż (w koronach drzew); Haddow, Gillet, Highton (1947) — do wysokości 25,5 m. Dla komarów warunki panujące na tych wysokościach są bardzo istotne i znajomość ich może niewątpliwie dopomóc w wyjaśnieniu kwestii spornych, dotyczących cyklu dobowego tych owadów. Beklemiszew (1934) w swojej pracy na temat pionowych migracji zwierząt bezkręgowych, między innymi komarów, analizuje dokładnie zmiany wilgotności i temperatury w pionie (dla komarów wyróżnił poziomy: 12 cm, 25 cm, 1 m, 2 m). W wyniku tych badań stwierdza, że niewielkie wahania tych czynników powodują migracje zwierzęce z wyższych poziomów środowiska w niższe i odwrotnie. Bates (1944) badał zmieniające się warunki temperaturowo-wilgotnościowe w terenie leśnym na poziomie 0, 14, 24 m, od wschodu do zachodu słońca i stwierdził, że rozkład wilgotności na tych wysokościach decyduje o pionowym rozkładzie gatunku komara *Haemagogus caprifornii*.

Utrzymana w moich badaniach różnica 1,5—2,0 m między poziomami jest wprawdzie niewielka, ale różnice temperatury i wilgotności, występujące już na tej wysokości, mogą posłużyć jako wskaźnik do wnioskowania o skali tych zmian na większych wysokościach, a co za tym idzie, o dostępności wyższych warstw atmosfery dla komarów w różnych okresach doby.

### III. UWAGI OGÓLNE, DOTYCZĄCE ZALEŻNOŚCI KOMARÓW OD MIKROKLIMATU

Dobowe zmiany aktywności komarów, zachodzące w związku ze zmieniającymi się warunkami środowiskowymi, nazwano cyklem dobowym komarów, a poznano je głównie dzięki badaniom entomologów radzieckich.

Ogólny schemat przebiegu cyklu dobowego w naszych warunkach klimatycznych przedstawia się następująco: w ciągu dnia obserwuje się stosunkowo niską aktywność komarów (wyjątek stanowią dni deszczowe), która wzrasta gwałtownie tuż przed zachodem słońca. Jest to tzw. maksimum wieczorne. W ciągu nocy następuje spadek ilości komarów w poziomie podszycia. Jest to tzw. minimum nocne. Ponowny wzrost ilości komarów następuje tuż przed wschodem słońca. Jest to tzw. maksimum ranne. Wreszcie obserwuje się obniżenie aktywności komarów, tzw. minimum dzienne, trwające przez cały dzień, aż do czasu maksimum wieczornego.

Należy jasno zdać sobie sprawę ze związku, jaki zachodzi między aktywnością komarów a ich ilością otrzymywaną w czasie połowów. Istotne różnice w interpretacji przebiegu cyklu dobowego opierają się na rozróżnianiu tych dwóch zjawisk. Przez aktywność komarów rozumiemy stopień ich wylotów do wyższych warstw powietrza z miejsc przyziemnych, gdzie przetrzymują one warunki nie sprzyjające lotom. Zmiany aktywności będą miały swoje odbicie w połowach. Wzrost aktywności zwiększa ilość okazów w próbie, i odwrotnie, zmniejszenie aktywności powoduje zmniejszenie wyników połowów. Jednakże nie każda zmiana ilości komarów w próbie jest wywołana zmianą ich aktywności. Ilość łapanych okazów może być uzależniona od stopnia rozlotu komarów w przestrzeni czy też, jak sugeruje w jednej ze swych prac Monczadski (1953), od stopnia „dążenia” komarów do człowieka. Stopień ten w pewnych warunkach może ulegać zmianom. W interpretacji cyklu dobowego należy wyraźnie rozróżniać zjawiska związane ze zmianą aktywności komarów od zjawisk opartych na zmianie ilości łapanych komarów.

Cykl dobowy komarów wywołany jest warunkami środowiskowymi, zmieniającymi się w ciągu doby. W literaturze omawiany jest wpływ czterech czynników klimatycznych: temperatury, wilgotności, wiatru i światła. Ustalenie, który z wyżej wymienionych czynników wpływa na zmiany aktywności komarów, jest istotne nie tylko dla wyjaśnienia mechanizmu zachodzenia zmian w cyklu dobowym, ale wiąże się też z zagadnieniem przestrzennego rozkładu zespołu komarów. Czynniki, wpływający na zmianę zachowania się komarów w ciągu doby, będzie również powodował różnice w składzie gatunkowym fauny komarów mikrośrodków, zajmowanych przez nią w ciągu dnia. Różnice wartości tego czynnika w mikro-

środowiskach powodują różny stopień ich atrakcyjności jako kryjówek dziennych dla komarów.

Charakterystyczną właściwością komarów jest ich duża ruchliwość; jednocześnie są to organizmy niezmiernie wrażliwe na wahania czynników klimatycznych. Dobowe zmiany aktywności komarów są zjawiskiem, związanym z reakcją gatunków na wahania czynników środowiska. Jest to reakcja fizjologiczna, nie komplikowana przez międzyosobnicze względnie międzygatunkowe związki, występujące w większości przypadków w przyrodzie, a modyfikujące fizjologiczną reakcję osobników.

W literaturze poświęconej komarom jest cały szereg prac, omawiających wyniki badań laboratoryjnych nad wpływem poszczególnych czynników klimatycznych na aktywność komarów (Gucwicz 1931, Parker 1952, Thompson 1938, Bates 1949). Badania te miały na celu ustalenie reakcji komarów na zmiany jakiegoś czynnika, przy stałych wartościach wszystkich pozostałych. Otrzymane tą drogą wyniki mają charakter orientacyjny, mówią o reakcji komarów na działanie określonych wartości badanego czynnika. Trudno natomiast odnieść otrzymane wyniki do warunków terenowych, gdzie mamy do czynienia z ciągłą zmiennością wszystkich czynników klimatycznych równocześnie.

Badania terenowe dostarczają danych o wpływie tego lub innego czynnika klimatycznego na organizmy owadów. Prace o charakterze podsumowującym (Uvarow 1929, Williams 1946), poza ogólnymi uwagami na temat całościowego oddziaływania czynników klimatycznych na organizmy, zawierają głównie obszernie omówienie wpływu każdego z nich z osobna. Uvarow (1929), w artykule poświęconym podsumowaniu wyników badań dotyczących wspólnych problemów meteorologii i entomologii, stwierdza, że generalny schemat aktywności owadów można oprzeć na występującej w przyrodzie koncepcji optymalnych i pesymalnych wartości działającego czynnika. Innymi słowy, każdy organizm ma określone wymagania w stosunku do czynników środowiska i są pewne optymalne ich wartości, przy których procesy życiowe organizmu przebiegają najsprawniej. Powyżej lub poniżej optimum mamy do czynienia z osłabieniem aktywności życiowej organizmu a w miarę oddalania się od optimum, z odrętwieniem i wreszcie ze śmiercią.

Z powyższego stwierdzenia wynikałoby, że każdy z kompleksu czynników nieobojętnych dla organizmu może w określonych wa-

runkach wpływać na zmianę w jego zachowaniu. Tymi określonymi warunkami będą wartości czynnika powyżej czy poniżej optimum. Z kompleksu elementów środowiska fizycznego wybijać się będzie wtedy jako czynnik przewodni, decydujący w danym momencie o reakcji zwierzęcia.

W badaniach nad wpływem czynników środowiska na organizm nie byłoby więc istotne ustalenie bezpośrednich zależności między zmianą wartości wyizolowanego czynnika a zmianą reakcji organizmu. Na tej drodze nie ma możliwości jednoznacznego określenia czynnika, odpowiedzialnego za zmianę reakcji organizmu, ponieważ nie znamy kryteriów, pozwalających na bezbłędne wytypowanie takiego czynnika. Przede wszystkim chodzi więc o ustalenie zakresu optymalnych wartości czynników środowiska, nieobojętnych dla danego organizmu, oraz określenie zmian ich wartości w środowisku jego bytowania.

Z danych, ilustrujących przebieg cyklu dobowego u różnych gatunków komarów, wynika, że jego prawidłowość wyklucza jako przyczyny jego powstawania czynniki, pojawiające się i zmieniające w sposób przypadkowy. Do nich należy zaliczyć działanie wiatru, wpływ światła księżyca oraz dążność samic do ssania krwi. Te przypadkowe czynniki mogą modyfikować w pewnych warunkach przebieg cyklu dobowego (np. osłabienie lub całkowite zahamowanie wieczornego czy rannego maksimum przez silny wiatr), ale nie mogą mieć wpływu na regularne następstwo jego faz. Przyczyn cyklu dobowego należy szukać wśród czynników działających stale. Celem badań jest więc ustalenie zakresu zmian wartości tych stałych czynników. Tak więc dla przebiegu cyklu dobowego będą istotne czynniki, których wahania przebiegają w danym środowisku poniżej wartości optymalnych dla komarów.

Na podstawie literatury można przyjąć wpływ trzech stałych czynników, a mianowicie: wilgotności, temperatury i światła. Światło, poza badaniami laboratoryjnymi, jest czynnikiem poznanym stosunkowo słabo. Interesujące pod tym względem są wyniki badań H a d d o w a (1954). Zwraca on uwagę na fakt, że pewne gatunki komarów przejawiają wzrost aktywności tuż przed zachodem, inne zaś jeszcze później. Na tej podstawie autor dochodzi do wniosku, że światło nie wpływa hamująco na aktywność komarów, ponieważ w przeciwnym wypadku mielibyśmy do czynienia ze wzrostem aktywności bezpośrednio po zaniku bodźca hamującego.

Szczegółowe badania powinny więc dotyczyć temperatury i wil-

gotności, jako czynników stałych, zmieniających swoje wartości w ciągu doby.

Przed wszystkim ważne będzie ustalenie optimum temperatury i wilgotności dla komarów. Cytowane w literaturze wartości tych czynników przedstawiają się następująco N a b o k o w i S z l e n o w a (1955), na podstawie badań terenowych, jako optymalne temperatury dla poszczególnych gatunków podają: dla *Aedes cinereus* 13—20°C; dla *A. vexans* 15—22°C; dla *A. communis* 10—22°C; dla *A. excrucians* 13—22°C. Szereg autorów określa dla całości fauny komarów optymalne wartości temperatury i wilgotności: B e k l e m i s z e w (1934): 16—17°C, 97—98%; M o n c z a d s k i, R a d z i w i ł o w s k a j a (1947): 15—25°C, 80—100%; C z a g i n (1948): 15—21°C, 80—100%.

Powyższe dane, mimo pewnych rozbieżności, pozwalają na zorientowanie się, w jakich granicach wahania temperatury i wilgotności nie będą działały upośledzająco na wydolność życiową organizmu. W stosunku do wilgotności komary mają bardzo ograniczone wymagania, a optimum zawiera się w jej najwyższych wartościach. Natomiast wymagania w stosunku do temperatury są dość rozległe, przy czym optimum niewiele odbiega od wartości pogowych.

#### IV. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Obserwowany cykl dobowy (przy połowach na przynętę) charakteryzuje się czterema okresami: 1) stosunkowo niskim poziomem występowania komarów w ciągu dnia na stanowiskach bagnistych (stanowisko 1, 2) oraz zupełnym brakiem komarów na terenach niezadrzewionych (stanowisko 4, 5, 6); 2) maksimum wieczornym; 3) minimum nocnym; 4) maksimum rannym (fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6).

Na przykładzie przebiegu cyklu dobowego na stanowisku 1 (fig. 2) przeanalizuję mechanizm zachodzących zmian aktywności komarów. Z pozostałych całodobowych połowów omówię tylko te momenty, które wnoszą coś nowego do omawianego cyklu dobowego. Stanowisko 1 leży dość głęboko w puszczy i można przyjąć, że zaobserwowany tam przebieg cyklu dobowego jest typowy dla bagnistych partii lasu.

##### O k r e s 1

Minimum dzienne. W związku z charakterem środowiska (otoczone leśnymi terenami, silnie zacienione, a więc dogodne dla



komarów ze względu na panujące tam warunki temperaturowo-wilgotnościowe) poziom występowania komarów na tym stanowisku, w porównaniu ze stanowiskiem 3 (fig. 3) jest dość wysoki (w czasie 10-minutowego połowu łapano średnio 15 okazów). W tym okresie wartości temperatury i wilgotności wahają się w granicach następujących: na wysokości 1,5 m temperatura wynosi 20—23°C, wilgotność 54—73‰; na poziomie ziemi — 20—22°C i 61—72‰.

Porównując te dane z wyżej cytowanymi, znanymi z literatury, optymalnymi wartościami temperatury i wilgotności można stwierdzić, że temperatura panująca w badanym środowisku waha się

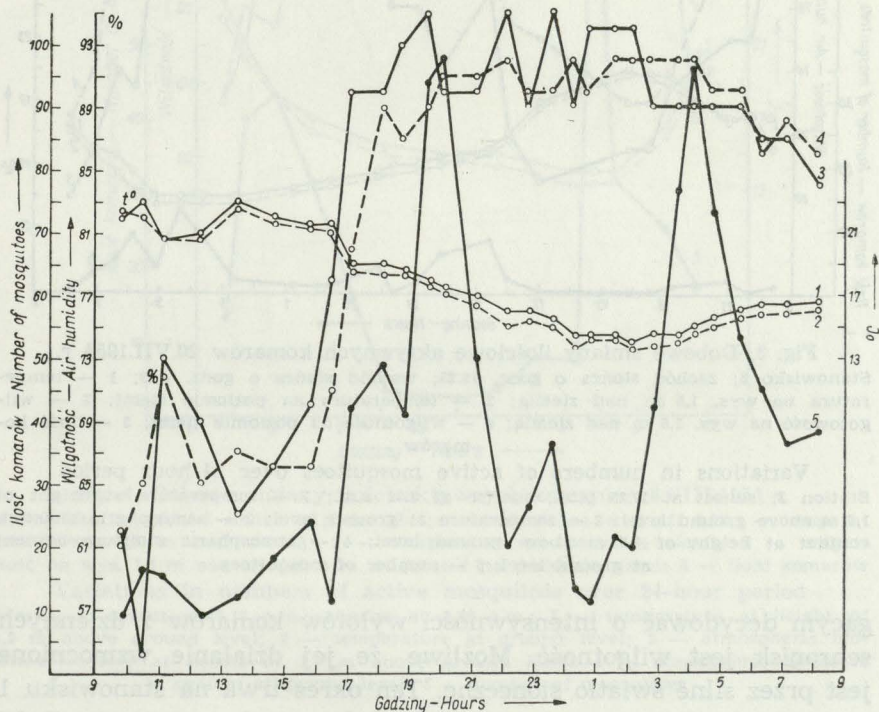


Fig. 2. Dobowe zmiany ilości aktywnych komarów 12.VII.1954 r.

Stanowisko 1; zachód słońca o godz. 19.54; wschód słońca o godz. 3.29; 1 — temperatura na wys. 1,5 m nad ziemią; 2 — temperatura na poziomie ziemi; 3 — wilgotność na wys. 1,5 m nad ziemią; 4 — wilgotność na poziomie ziemi; 5 — ilość komarów

Variations in numbers of active mosquitoes over 24-hour period  
Station 1; sunset at 7.54 p.m.; sunrise at 3.29 a.m.; 1 — temperature at height of 1,5 m. above ground level; 2 — temperature at ground level; 3 — atmospheric moisture content at 1,5 m above ground level; 4 — atmospheric moisture content at ground level; 5 — number of mosquitoes

w granicach wartości optymalnych i przez cały czas trwania minimum dziennego wykazuje dużą stabilność. Natomiast wartości wilgotności leżą poniżej ogólnie przyjętej przez autorów dolnej granicy optimum, a wahania ich są znaczne zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Wobec tego należałoby sądzić, że czynnikiem mo-

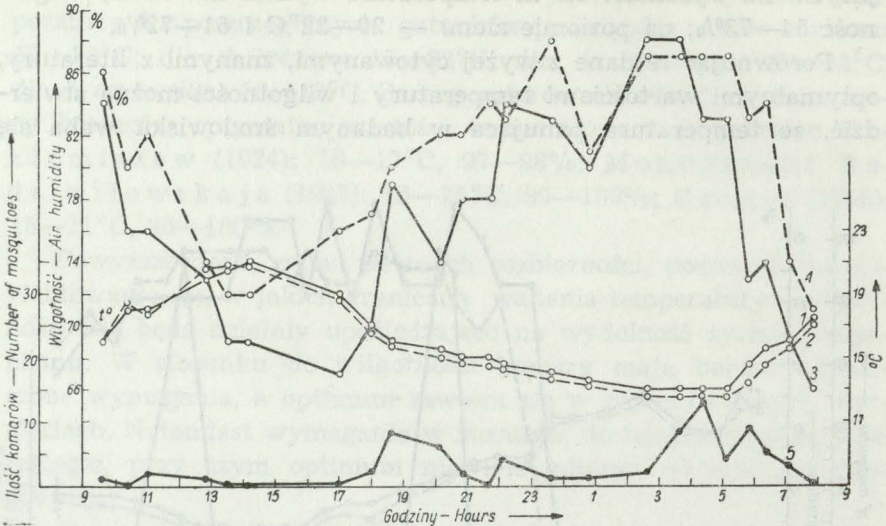


Fig. 3. Dobowe zmiany ilościowe aktywnych komarów 20.VII.1954 r.

Stanowisko 3; zachód słońca o godz. 19.25; wschód słońca o godz. 3.39; 1 — temperatura na wys. 1,5 m nad ziemią; 2 — temperatura na poziomie ziemi; 3 — wilgotność na wys. 1,5 m nad ziemią; 4 — wilgotność na poziomie ziemi; 5 — ilość komarów

Variations in numbers of active mosquitoes over 24-hour period Station 3; sunset at 19.25 p.m.; sunrise at 3.39 a.m.; 1 — temperature at height of 1,5 m above ground level; 2 — temperature at ground level; 3 — atmospheric moisture content at height of 1,5 m above ground level; 4 — atmospheric moisture content at ground level; 5 — number of mosquitoes

gącym decydować o intensywności wylotów komarów z dziennych schronisk jest wilgotność. Możliwe, że jej działanie wzmocnione jest przez silne światło słoneczne. Ten okres trwa na stanowisku 1 do godziny 16.30, a następnie przechodzi w okres wzrostu ilości komarów w poziomie podszycia leśnego, w maksimum wieczorne.

## Okres 2

Maksimum wieczorne. Rozpoczyna się na stanowisku 1 około godziny 17, a osiąga swój szczyt między 19 a 20. Potem następuje spadek ilości komarów aż do zupełnej likwidacji maksimum wieczornego około godziny 22. Wieczorem wzrastowi ilości komarów

towarzyszy obniżenie temperatury, a wyższa wilgotności. Liczbowo przedstawia się to następująco: na wysokości 1,5 m temperatura spada z 25 na 18°C; wilgotność wzrasta z 63 do 95%. Na poziomie ziemi — temperatura spada z 22,5 na 17,5°C, wilgotność wzrasta

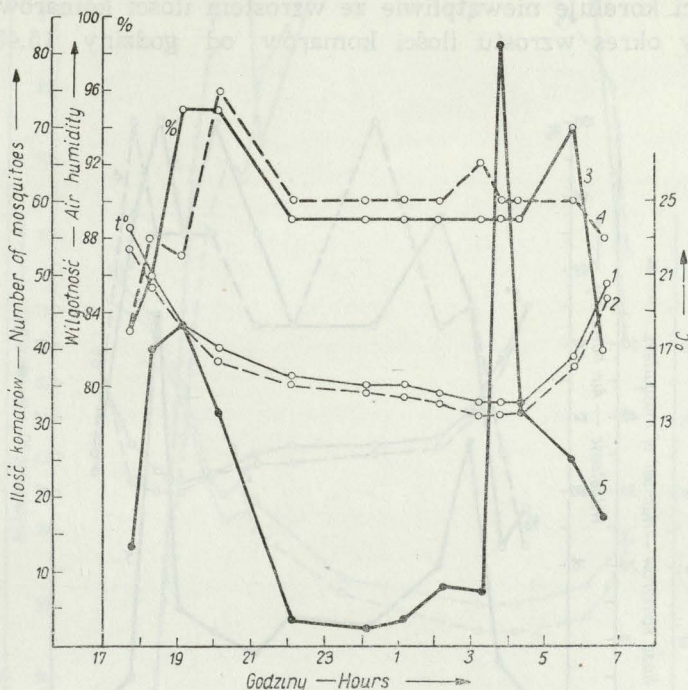


Fig. 4. Dobowe zmiany ilości aktywnych komarów 6.VIII.1954 r.

stanowisko 3; zachód słońca o godz. 19.18; wschód słońca o godz. 3.38; — temperatura na wys. 1,5 m nad ziemią; 2 — temperatura na poziomie ziemi; 3 — wilgotność na wys. 1,5 m nad ziemią; 4 — wilgotność na poziomie ziemi; 5 — ilość komarów

#### Variations in numbers of active mosquitoes over 24-hour period

Station 3; sunset at 7.18 p.m.; sunrise at 3.38 a.m.; 1 — temperature at height of 1,5 m above ground level; 2 — temperature at ground level; 3 — atmospheric moisture content at height of 1,5 m above ground level; 4 — atmospheric moisture content at ground level; 5 — number of mosquitoes

z 66 na 91%. Temperatura waha się więc nadal w granicach optimum. Monczadski (1953) stwierdził, że wielkość skoku temperatury nie odgrywa roli, jeżeli zachodzi w granicach wartości optymalnych. W tym czasie wilgotność rośnie od wartości poniżej dolnego progu optimum do wartości optymalnych.

Sugeruje to, podobnie jak w przypadku minimum dziennego, że czynnikiem, odpowiedzialnym za wieczorny wzrost aktywności

komarów, jest wilgotność. Zakres wahań wilgotności obejmuje strefę krytyczną, dolny próg wartości optymalnych.

Istotny jest jednak nie tylko sam zakres zmian wartości czynników klimatycznych, ale także charakter tych zmian. Wzrost wilgotności koreluje niewątpliwie ze wzrostem ilości komarów. Zanalizujmy okres wzrostu ilości komarów od godziny 15.45—20.15

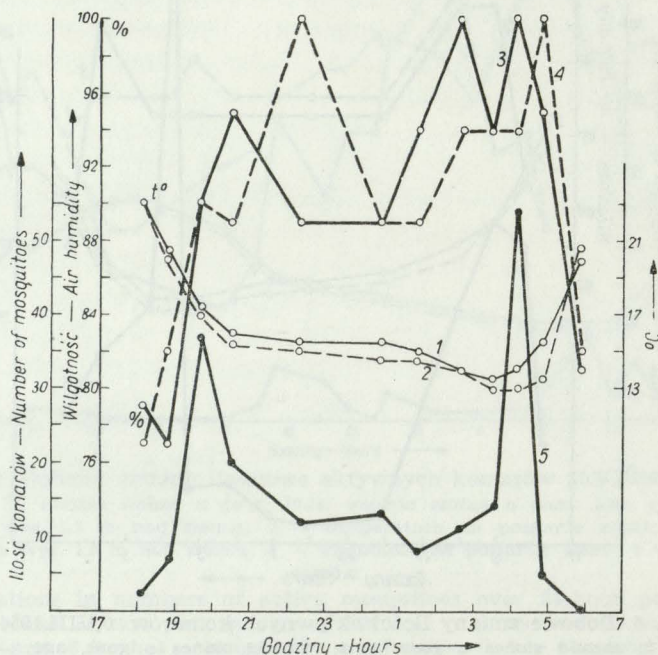


Fig. 5. Dobowe zmiany ilości aktywnych komarów 6.VIII.1954 r.

Stanowisko 4: 1 — temperatura na wys. 1,5 m nad ziemią; 2 — temperatura na poziomie ziemi; 3 — wilgotność na wys. 1,5 m nad ziemią; 4 — wilgotność na poziomie ziemi; 5 — ilość komarów

Variations in numbers of active mosquitoes over 24-hour period

Station 4: 1 — temperature at height of 1,5 m above ground level; 2 — temperature at ground level; 3 — atmospheric moisture content at height of 1,5 m above ground level; 4 — atmospheric moisture content at ground level; 5 — number of mosquitoes

(fig. 2). Połów wykonany w godz. 14.35—14.45 reprezentuje przeciętny poziom występowania komarów na tym stanowisku w ciągu dnia. Porównamy z nim wyniki połów, dokonanych w okresie maksimum wieczornego, celem stwierdzenia charakteru zmian wilgotności, temperatury i ilości komarów w tym okresie.

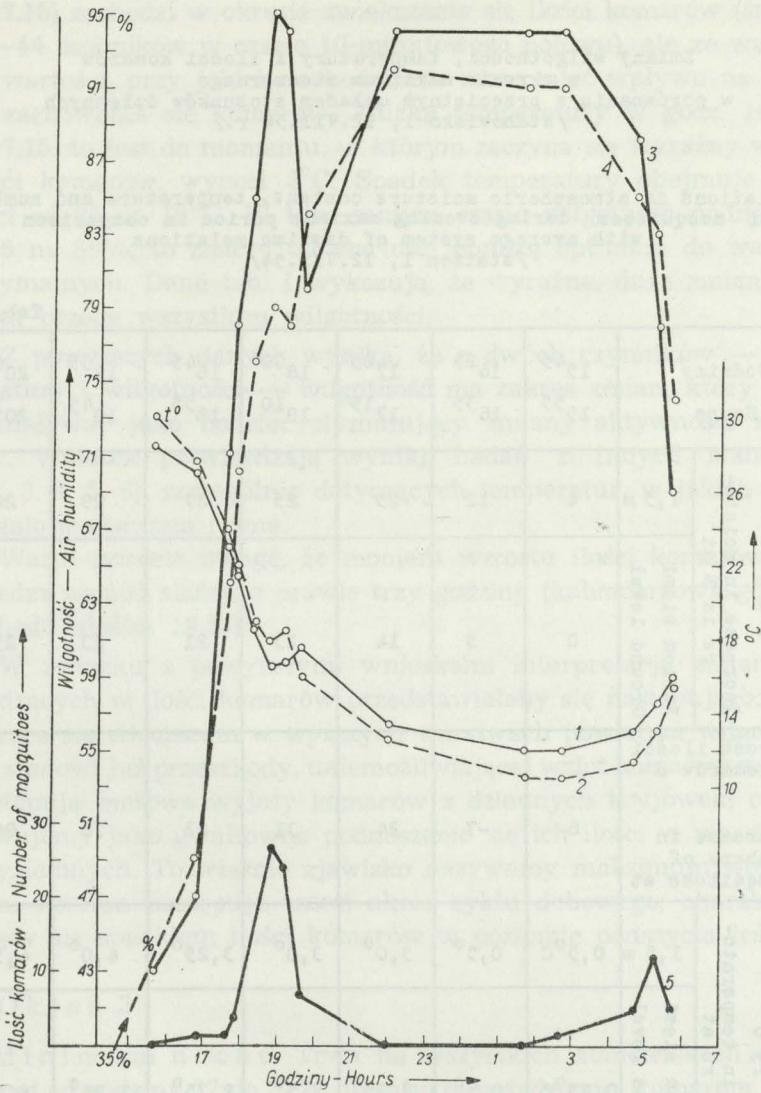


Fig. 6. Dobowe zmiany ilości aktywnych komarów 3. IX.1954 r. Zachód słońca o godz. 18.20; wschód słońca o godz. 4.50; 1 — temperatura na wys. 1,5 m nad ziemią; 2 — temperatura na poziomie ziemi; 3 — wilgotność na wys. 1,5 m nad ziemią; 4 — wilgotność na poziomie ziemi; 5 — ilość komarów

Variations in numbers of active mosquitoes over 24-hour period  
 Sunset at 6.20 p.m.; sunrise at 4.50 a.m.; 1 — temperature at height of 1,5 m above ground level; 2 — temperature at ground level; 3 — atmospheric moisture content at height of 1,5 m above ground level; 4 — atmospheric moisture content at ground level; 5 — number of mosquitoes

Zmiany wilgotności, temperatury i ilości komarów  
w okresie maksimum wieczornego  
w porównaniu z przeciętnym układem stosunków dziennych  
/stanowisko 1, 12.VII.54 r./

Variations in atmospheric moisture content, temperature and numbers  
of mosquitoes during evening maximum period in comparison  
with average system of daytime relations  
/station 1, 12.VII.54/

Tab. I

| Godziny<br>Hours   |                              | 15 <sup>45</sup><br>15 <sup>55</sup> | 16 <sup>25</sup><br>16 <sup>35</sup> | 17 <sup>05</sup><br>17 <sup>15</sup> | 18 <sup>00</sup><br>18 <sup>10</sup> | 18 <sup>45</sup><br>18 <sup>55</sup> | 19 <sup>35</sup><br>19 <sup>45</sup> | 20 <sup>05</sup><br>20 <sup>15</sup> |
|--|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Zwyżka wilgotności<br>w % o<br>Increase in moisture<br>in % at           | 1,5 m                        | 4                                    | 12                                   | 25                                   | 25                                   | 27                                   | 29                                   | 24                                   |
|  | Poziom ziemi<br>Ground level | 0                                    | 5                                    | 14                                   | 23                                   | 21                                   | 23                                   | 25                                   |
| Wzrost ilości<br>komarów o<br>Increase in<br>numbers of<br>mosquitoes at |                              | 6                                    | -7                                   | 24                                   | 31                                   | 23                                   | 76                                   | 80                                   |
| Spadek temperatu-<br>ry o<br>Fall in temperatu-<br>re at                 | 1,5 m                        | 0,5 <sup>0</sup> C                   | 0,5 <sup>0</sup>                     | 3,0 <sup>0</sup>                     | 3,0 <sup>0</sup>                     | 3,25 <sup>0</sup>                    | 4,0 <sup>0</sup>                     | 4,5 <sup>0</sup>                     |
|  | Poziom ziemi<br>Ground level | 0,25 <sup>0</sup> C                  | 0,5 <sup>0</sup>                     | 2,25 <sup>0</sup>                    | 2,5 <sup>0</sup>                     | 2,75 <sup>0</sup>                    | 3,25 <sup>0</sup>                    | 4,0 <sup>0</sup>                     |

Przy analizie zmian wilgotności, temperatury i ilości komarów w okresie maksimum wieczornego (tab. I) zwraca uwagę fakt, że zmiany temperatury są dość powolne; najczęściej nie przekraczają jednego stopnia na godzinę. Większy skok (między godziną 16.25

a 17.15) zachodzi w okresie zwiększania się ilości komarów (średnio 18—44 osobników w czasie 10-minutowego połowu), ale ze względu na wartości, przy jakich zachodzi, nie może mieć wpływu na zmianę zachowania się komarów. Zniżka temperatury w godz. 14.35—17.15, to jest do momentu, w którym zaczyna się wyraźny wzrost ilości komarów, wynosi 3°C. Spadek temperatury obejmuje wartości od 22 do 19°C. W tym samym czasie wilgotność podnosi się z 66 na 80%, to znaczy od wartości poniżej optimum do wartości optymalnych. Dane tab. I wykazują, że wyraźne, duże zmiany dotyczą przede wszystkim wilgotności.

Z powyższych danych wynika, że z dwóch czynników — temperatury i wilgotności — wilgotność ma zakres zmian, który może oddziaływać jako bodziec stymulujący zmiany aktywności komarów. Wnioski potwierdzają wyniki badań z innych stanowisk (fig. 3, 4, 5, 6), szczególnie dotyczących temperatur, w jakich przebiegało maksimum ranne.

Warto zwrócić uwagę, że moment wzrostu ilości komarów wyprzedza zachód słońca o prawie trzy godziny (kalendarzowa godzina zachodu słońca 19.54).

W związku z powyższymi wnioskami interpretacja zmian, zachodzących w ilości komarów przedstawiałaby się następująco: podnosząca się wieczorem w wyższych warstwach powietrza wilgotność nie stanowi już przeszkody, uniemożliwiającej wzlot komarów w górę. Następują masowe wyloty komarów z dziennych kryjówek, co obserwujemy jako gwałtowne podnoszenie się ich ilości w warstwach przyziemnych. To właśnie zjawisko nazywamy maksimum wieczornym. Po nim następuje trzeci okres cyklu dobowego, charakteryzujący się spadkiem ilości komarów w poziomie podszycia leśnego.

### Okres 3

Minimum nocne. Trwa na wszystkich stanowiskach mniej więcej od godziny 22 do 3. W literaturze poświęconej komarom przyczynę minimum nocnego upatruje się na ogół w działaniu niskiej temperatury, powodującej spadek aktywności komarów. Jednakże sposób zachodzenia maksimum rannego przeczy koncepcji o wpływie niskich temperatur na aktywność komarów. Otóż badania wykazały, że maksimum ranne zachodziło z reguły w okresach największego nocnego spadku temperatury (fig. 2, 3, 4, 5). Wynika z tego, że niska temperatura w aktualnych warunkach klimatycz-

nych nie ma wpływu na aktywność komarów. Jest to stwierdzenie umacniające początkowe wywody na temat przebiegu maksimum wieczornego.

Interpretacja minimum nocnego, przy przyjęciu decydującego wpływu wilgotności na zachowanie się komarów, przedstawia się następująco: wzrastająca w wyższych warstwach atmosfery wilgotność umożliwia wzlot komarów w górę oraz swobodne rozlatywanie się ich na tereny otwarte (przyleśne), niedostępne w ciągu dnia, z racji niedogodnych dla komarów warunków wilgotnościowych. Zjawisko to powoduje obniżenie się w ciągu nocy ilości komarów w warstwie przyziemnej roślinności. Okres minimum nocnego jest wynikiem maksymalnej ruchliwości komarów. Należy wobec tego wskazać na te momenty, które świadczą o nocnym przesuwaniu się fauny komarów w górne warstwy atmosfery i o rozłotach na tereny otwarte.

Nie posiadam materiałów własnych, dotyczących pierwszego zagadnienia<sup>1</sup>. Badania H a d d o w a (1954) dostarczają danych, dotyczących wertykalnego rozkładu komarów w ciągu doby. Haddow stwierdza, że większość gatunków utrzymuje się w ciągu dnia wśród roślinności przyziemnej, natomiast wieczorem obserwować można ich wzloty w korony drzew.

Poza wzlotami w górę następują również wyloty komarów na tereny otwarte, przyleśne, co także powoduje obniżenie się poziomu ilościowego komarów na terenach leśnych. Jako dowód rozlatywania komarów na tereny przyleśne posłuży porównanie cyklów dobowych na stanowiskach 1, 3 i 4.

Stanowisko 3 jest to teren leśny (brzeg lasu), pozbawiony w ciągu dnia fauny komarów (połowy przynętowe i czerpakowe dały w wyniku pojedyncze okazy).

Stanowisko 4 to obszar prawie bezdrzewny, w ciągu dnia zupełnie pozbawiony komarów (zerowe wyniki połowów czerpakowych i przynętowych).

Na te stanowiska w okresie wieczornym następuje wylot komarów z miejsc położonych w głębi puszczy. Wskazują na to okresy maksimum. Na stanowisku 1 (fig. 2) wzrost ilości komarów zachodzi od godziny 16.30, a na stanowisku 3 (fig. 3) dopiero od 18 (mamy

---

<sup>1</sup> W 1958 r. dokonano połowów czerpakowych, które świadczą o niewystępowaniu komarów w ściółce leśnej i podszyciu w okresie minimum nocnego. Materiały drukowane w *Ekologii Polskiej* 1959. — Seria B, 5.



prawo porównywać te dwa cykle badań, ponieważ połowy dokonywane były w okresie maksymalnego sezonowego występowania komarów oraz przy podobnej pogodzie).

Przesunięcie maksimum jest bardzo wyraźne. 6.VIII.1954 r. dokonywano połowów jednocześnie na stanowisku 3 i 4. Na stanowisku 3 maksimum wieczorne nastąpiło o godz. 17.40, a na stanowisku 4 o 18.40 (fig. 4, 5). Wskazuje to na stopniowe wieczorne przesuwanie się fali narastającej ilości komarów ku przestrzeniom otwartym, co świadczyłoby o stopniowym opanowywaniu środowisk, niedostępnych w ciągu dnia. Potwierdzają to materiały z 1953 r.

Powyższe uwagi na temat wzlatywania komarów w górę oraz rozlatywania się ich na tereny przyłesne pozwalają na przyjęcie tezy o masowym rozlatywaniu się komarów z dziennych ognisk występowania, co powoduje zmniejszanie się ich ilości na poziomie ruina i podsycia leśnego. A więc minimum nocne powstaje w wyniku maksymalnego natężenia aktywności, a nie jej spadku.

#### O k r e s 4

M a k s i m u m r a n n e. Powstaje między godziną 3 a 6. Konsekwentnie do powyższych wywodów należy tłumaczyć je zmieniającymi się warunkami wilgotnościowymi w górnych warstwach atmosfery i na terenie przyłesnym. Idący od góry spadek wilgotności powietrza (T o m a n e k 1952) powoduje zganianie komarów do warstw przyziemnych, co obserwujemy jako zwyżkę ilości komarów w połowach. Temperatura waha się w tym okresie (fig. 2): na poziomie 1,5 m od ziemi 14 — 15,5°C; na poziomie ziemi 13,6 — 15°C. Mimo następującej z upływem czasu zwyżki temperatury (wartości optymalne) maksimum ranne zanika. Obserwuje się to na wszystkich wykresach cyklu dobowego. Wzrost liczebności komarów zachodzi jeszcze w okresie minimum temperaturowego nocy, w związku z tym maksimum ранnego w żadnym wypadku nie można wyjaśnić wzrostem temperatury, jak to sugerują badacze radzieccy. Szczególnie wyraźnie występuje to zjawisko na stanowisku 3 (fig. 3), gdzie maksimum ranne przebiegało przy bardzo niskiej temperaturze (na wysokości 1,5 m od ziemi — 13, na poziomie ziemi 12,6°C) i z biegiem czasu zanikało, mimo zwyżki temperatury w kierunku optymalnym.

Interesujące wnioski wynikają z zestawienia temperatur, w których zachodzi maksimum ranne (fig. 7). Zwraca uwagę fakt, że zakresy zmian temperatur w czasie maksimum ранnego i wieczornego

są bardzo różne, nawet na tych samych stanowiskach. Podobnie ma się rzecz z temperaturami, w których zachodzi szczyt maksymalnej aktywności komarów. W świetle tych danych niesłuszny wydaje się pogląd, iż maksimum ranne i wieczorne zachodzi w momencie osiągnięcia przez temperaturę określonych wartości optymalnych. Zbyt duża jest rozpiętość tych temperatur (12—23,5°C).

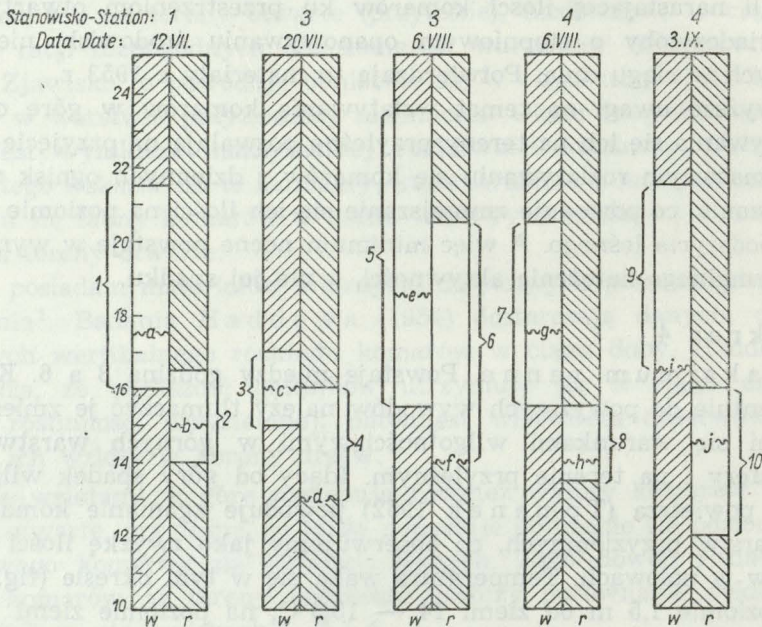


Fig. 7. Zakres zmian temperatur w okresie maksimum rannego i wieczornego na wys. 1,5 m nad ziemią

w — wieczór; r — rano; 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10, — zakres zmian temperatur w okresie maksimum; a,b,c,d,e,f,g,h,i,j — maksymalne ilości komarów w okresie maksimum

Range of temperature variation during morning and evening maximum of activity at height of 1,5 m above ground level

w — evening; r — morning; 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 — range of temperature variation during maximum period; a,b,c,d,e,f,g,h,i,j — maximum number of mosquitoes during the peak activity

Interesujące są zmiany wilgotności w okresie maksimum rannego. Nie należy zapominać, że niewielkie stosunkowo różnice między wybranymi poziomami są tylko wskaźnikiem zmian zachodzących w układzie pionowym. Na wykresach cyklu dobowego (fig. 2, 3, 4, 5, 6) wyraźnie zaznacza się różnica spadku wilgotności

na dwóch badanych poziomach. Na wysokości 1,5 m spadek wilgotności jest szybszy niż na poziomie ziemi.

Taki przebieg spadku wilgotności (tab. II) odpowiada charakterystyce dobowych wahań wilgotności w środowisku leśnym, podanej przez Tomanka (1952).

Tempo spadku wilgotności na dwóch badanych poziomach  
w okresie maksimum rannego  
/stanowisko 1, 12.VII.54 r./

Rate of decrease in atmospheric moisture content at the  
two levels examined during morning maximum period  
/station 1, 12.VII.54/

Tab. II

| Godziny<br>Hours                                       | 1 <sup>30</sup>              | 2 <sup>10</sup> | 2 <sup>50</sup> | 3 <sup>30</sup> | 4 <sup>10</sup> | 4 <sup>50</sup> | 5 <sup>30</sup> | 6 <sup>10</sup> | 7 <sup>00</sup> | 8 <sup>00</sup> |
|--|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|  | 1 <sup>40</sup>              | 2 <sup>10</sup> | 3 <sup>00</sup> | 3 <sup>40</sup> | 4 <sup>20</sup> | 5 <sup>00</sup> | 5 <sup>40</sup> | 6 <sup>20</sup> | 7 <sup>10</sup> | 8 <sup>10</sup> |
| Spadek wilgotności w %<br>Decrease in moisture in % at | 1,5 m                        | 0               | 0               | 5               | 5               | 5               | 5               | 7               | 7               | 10              |
|  | Poziom ziemi<br>Ground level | 2               | 2               | 2               | 2               | 2               | 0               | 0               | 4               | 2               |
| Zmiany ilości komarów<br>Numbers of mosquitoes         | 11                           | 9               | 31              | 66              | 85              | 62              | 42              | 34              | 25              | 27              |

Na maksimum ranne terenów leśnych mają wpływ także ranne powroty komarów z terenów przyleśnych. Dokonane obserwacje nie są wystarczające dla wnioskowania o przysunięciach w czasie maksimum rannego na terenach leśnych w stosunku do terenów otwartych. Przy dokonywaniu połowów na stanowisku 4 zaobserwowano jednak, że ranny kierunek lotu komarów jest wyraźnie skierowany ku puszczy.

Zjawisko maksimum rannego byłoby więc związane ze zmianą stopnia rozlatywania się fauny komarów. Powyższa interpretacja

różni się od poglądu badaczy radzieckich, którzy okres ten wiążą z wpływem podnoszącej się temperatury i związanej z tym zmiany aktywności komarów. Likwidacja maksimum rannego, zdaniem badaczy radzieckich, wywołana jest ponownym osłabieniem aktywności, pod wpływem hamującego działania światła i wzrostu temperatury. Jak wynika z mojej pracy, wywołana jest stale się pogarszającymi się warunkami wilgotnościowymi, powodującymi zajmowanie różnych środowisk przez komary, zależnie od swoistych wymagań gatunkowych.

Tempo spadku wilgotności na dwóch badanych poziomach  
w okresie maksimum rannego  
/stanowisko 3, 20.VII.54 r./

Rate of decrease in atmospheric moisture content at the  
two levels examined during morning maximum period  
/station 3, 20.VII.54/

Tab. III

| Godziny  |                              | 3 <sup>30</sup> | 4 <sup>10</sup> | 5 <sup>00</sup> | 5 <sup>45</sup> | 6 <sup>20</sup> | 7 <sup>10</sup> | 7 <sup>45</sup> |
|--|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hours  |                              | 3 <sup>40</sup> | 4 <sup>20</sup> | 5 <sup>10</sup> | 5 <sup>55</sup> | 6 <sup>30</sup> | 7 <sup>20</sup> | 7 <sup>55</sup> |
| Spadek wilgotności w %<br>Decrease in moisture in %          | 1,5 m                        | 0               | 5               | 5               | 15              | 14              | 19              | 22              |
|  | Poziom ziemi<br>Ground level | 0               | 0               | 0               | 4               | 3               | 10              | 16              |
| Zmiany ilości komarów<br>Variations in numbers of mosquitoes |                              | 6               | 11              | 2               | 7               | 3               | 1               | 0               |

Podsumowując: zasadniczą przyczyną zmian aktywności komarów w okresie maksimum wieczornego, minimum nocnego i maksimum rannego są wahania wilgotności. Związana jest z nimi zmiana możliwości rozlotów komarów w korony drzew i na tereny przyleśne,

czyli zmiana absolutnej ilości komarów w poziomie runa i podszycia leśnego, a nie zmiana aktywności, przez którą rozumie się stosunek latających i napadających na ofiarę komarów do siedzących w trawie i krzakach. Za taką interpretacją przemawia przebieg zmian temperatury, wilgotności i ilości komarów oraz stwierdzone w badaniach angielskich wzloty komarów w korony drzew w godzinach wieczornych i rozloty ich na tereny przyleśne. Dwa maksima — ranne i wieczorne, zachodzą niezależnie od zmian temperatury. Szczególnie przebieg maksimum rannego nie wykazuje żadnych z nią korelacji. Wyraźny natomiast związek wykazuje zmiana ilości komarów ze zmianami wilgotności, zachodzącymi w bardzo szerokich granicach. Przechodzenie od minimum dziennego do maksimum wieczornego i od maksimum rannego do minimum dziennego odbywa się na drodze zmiany aktywności pod wpływem zmieniających się warunków wilgotnościowych, w drugim przypadku wzmacnianych może działaniem światła.

#### V. OMÓWIENIE LITERATURY

Bogata literatura dotycząca przebiegu cyklu dobowego komarów i wpływu nań w warunkach naturalnych czynników klimatycznych obejmuje przede wszystkim badania radzieckie. Szczególne miejsce zajmują prace Monczadskiego i jego współpracowników. Monczadski jest autorem poglądu, przyjętego następnie przez większość badaczy radzieckich, że zmiany aktywności komarów są wywołane zmianami temperatury. Materiały obserwacyjne interpretowane są z punktu widzenia dominującego wpływu tego czynnika (Błagowieszczeski, Bregietowa, Monczadski 1943, Monczadski, Radziwiłowska 1947, Czagin 1948, Monczadski 1950). Kierunek ten, opowiadający się za istotnym wpływem jednego tylko czynnika — temperatury — traktuje światło i wiatr jako czynniki dodatkowe, którymi wyjaśnia sytuacje nie dające się wytłumaczyć wyłącznym działaniem temperatury. Nie daje jednak wyczerpującego wyjaśnienia wszelkich zjawisk, związanych z zagadnieniem aktywności komarów, jak to wynika z artykułu Monczadskiego (1953), generalnie podsumowującego wyniki badań nad tym zagadnieniem. Autor stwierdza, że wpływem temperatury nie można wyjaśnić całego szeregu sytuacji, co wskazywałoby na możliwości współdziałania z temperaturą dodatko-

wych czynników. Dalej wymienia przyczyny mogące, jego zdaniem, wywołać zmiany aktywności komarów. Wymienia wielkość skoku temperatury w okresach poprzedzających zmiany tej aktywności, zjawisko zanikania bodźca wywołującego wzrost aktywności, ilość głodujących na danym obszarze samic (duża ich ilość koreluje ze wzrostem aktywności), obecność księżyca ułatwiającego znalezienie ofiary. Sam autor wysuwa jednak szereg wątpliwości pod adresem wyżej wymienionych hipotez.

Inny typ badań i wnioskowania dotyczących wpływu czynników klimatycznych na komary przedstawiają prace badaczy angielskich (H a d d o w 1942, 1945, 1946a, 1946b, 1954; H a d d o w, G i l l e t, H i g h t o n 1947; B a t e s 1944, 1945; M a t t i n g l y 1949). Badania, mimo dużego nakładu pracy i czasu prowadzą do stosunkowo niewielu wniosków, dotyczących wpływu czynników klimatycznych na rozkład przestrzenny komarów i ich aktywność. Wynika to z metodyki pracy. H a d d o w a za nim szereg innych badaczy zastosowali 4-godzinne okresy porównawcze (godz. 6—10, 10—14 itd.), celem uchwycenia charakterystyki dobowych zmian klimatycznych. Takie rozwiązanie metodyczne bardzo ogranicza możliwości wyciągnięcia wniosków dotyczących związku aktywności komarów z mikroklimatem, ponieważ wyróżnione okresy nie pozwalają na uchwycenie subtelniejszych zmian mikroklimatu i ewentualnego ich wpływu na komary. Przyjmując, na podstawie bardzo ogólnej charakterystyki okresów, że wilgotność jest w ciągu nocy czynnikiem stałym i utrzymującym się w wysokich wartościach, autor wyraża przypuszczenie, że zmiany aktywności komarów wywołane są raczej temperaturą. W przypadku gatunków aktywnych w dzień autor sądzi, że ich aktywność jest odwrotnie proporcjonalna do wilgotności, bądź też wprost proporcjonalna do temperatury, światła lub deficytu nasycenia powietrza parą wodną. Ostatecznie autor wnioskuje, że istnienie zależności między zachowaniem się komarów a mikroklimatem można stwierdzić tylko ogólnie.

Interesujący jest artykuł H a d d o w a (1954), podsumowujący wyniki badań nad rozkładem przestrzennym komarów afrykańskich. Píše mianowicie, że z badań jego wynika, iż nie ma bezpośredniej zależności między aktywnością komarów a mikroklimatem. Aktywność komarów uwarunkowana jest czynnikami wewnętrznymi. Sądzi, że jest to cykl gonotroficzny gatunku, charakterystyczne dla niego okresy doby, w których samice składają jaja, lub też jakieś inne, nieznanne dotąd zjawiska wewnątrzgatunkowe. W ta-

kim ujęciu rola mikroklimatu polegałaby na umożliwianiu realizowania potencjalnej aktywności gatunku, określanej przez wyżej wymienione zjawiska.

Prace angielskie dają bogaty materiał ilustracyjny, dotyczący przebiegu aktywności dobowej komarów i ich rozkładu w przestrzeni (ze szczególnym uwzględnieniem rozkładu pionowego). Natomiast wszelkie próby wiązania tych zjawisk z czynnikami środowiska są formułowane w postaci hipotez.

Autorzy, którzy wypowiedzieli się wyraźnie na temat wpływu wilgotności na rozkład przestrzenny komarów i ich aktywność to: Bates (1944), Gucewicz (1940), Beklemiszew (1934), Tarwid (1952).

## VI. WYLOTY KOMARÓW NA TERENY PRZYLEŚNE

W pierwszej części pracy wyrażono przypuszczenie, że w cyklu dobowym minimum nocne wywołane jest rozlatywaniem się komarów. Wskazywał na to fakt opóźnionego, w stosunku do stanowisk położonych głębiej w puszczy, przebiegu maksimum wieczornego na stanowiskach graniczących z terenami leśnymi, nie posiadającymi w ciągu dnia fauny komarów. Szczegółowych danych dotyczących tego zagadnienia dostarczają wyniki badań nad fauną komarów terenów niezadrzewionych.

Interesujące jest nie tylko stwierdzenie istnienia masowych wylotów, ale także ich charakteru. Czy jest to zjawisko jednoczesne dla wszystkich gatunków, czy też występuje wśród nich jakieś wyraźne zróżnicowanie. W literaturze poświęconej komarom nieznane mi są prace omawiające to zagadnienie.

Stanowisko 1 (fig. 2) ma układ stosunków ilościowych i międzygatunkowych fauny komarów typowy dla wnętrza puszczy. Podobnie układają się stosunki na stanowisku 2. Stanowiska 4, 5, 6 i 7 obejmują środowiska pozbawione w ciągu dnia fauny komarów. Wskazują na to dzienne połowy czerpakowe oraz pierwsze obserwacje we wczesnych godzinach wieczornych (fig. 9, 10), które z reguły dawały wyniki zerowe.

Gwałtowny wzrost ilości komarów, występujący na tych terenach zwykle po godzinie 19, świadczy o zachodzących w tym czasie wylotach z terenów leśnych. Jest to okres maksimum wieczornego tych terenów (fig. 5, 6).

O ilościowym aspekcie zjawiska rozlatywania się komarów na tereny przyleśne można sądzić porównując fig. 8, 9, 10 i 11. Rozlatywanie się komarów polega na rozchodzeniu się z centrum ich

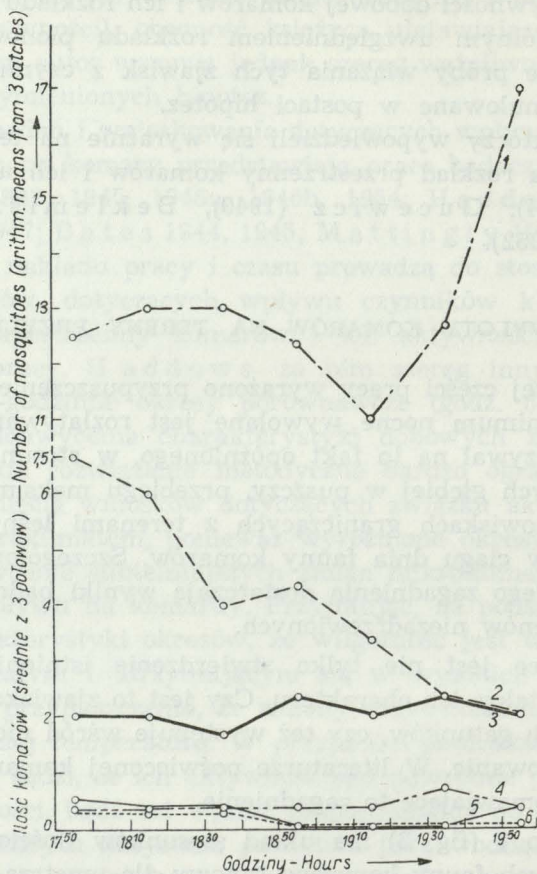


Fig. 8. Wieczorne zmiany ilości komarów na stanowisku 1. 13.VII.1953 r.  
Evening variations in number of mosquitoes on station 1. 13.VII.1953 r.

1 — *Aedes cinereus*; 2 — *A. maculatus*; 3 — *A. punctor*; 4 — *A. communis*;  
5 — *A. annulipes*, *A. excrucians*; 6 — *A. vexans*

występowania fali osobników we wszystkich kierunkach. W związku z tym, w miarę oddalania się od bagnistych terenów puszczy, zmniejsza się ilość osobników. Z drugiej strony połowy obejmują tylko minimalną część fauny komarów, opanowującej dostępną dla



niej przestrzeń. Biorąc pod uwagę oba powyższe zjawiska można przypuszczać na podstawie porównania poziomu występowania komarów na stanowiskach leśnych i wydmych, że rozlot ich jest zjawiskiem masowym.

Stanowisko 1 reprezentuje w faunie komarów typowy leśny układ stosunków międzygatunkowych. Wieczorny obraz tych stosunków (skład gatunkowy i ilościowe stosunki między gatunkami) niczym się nie różni od układu obserwowanego w ciągu dnia. Maksymalny poziom uzyskuje *Aedes cinereus* Meig., następnie *Aedes maculatus* Meig. i *Aedes punctator* Kirby. Pozostałe gatunki —

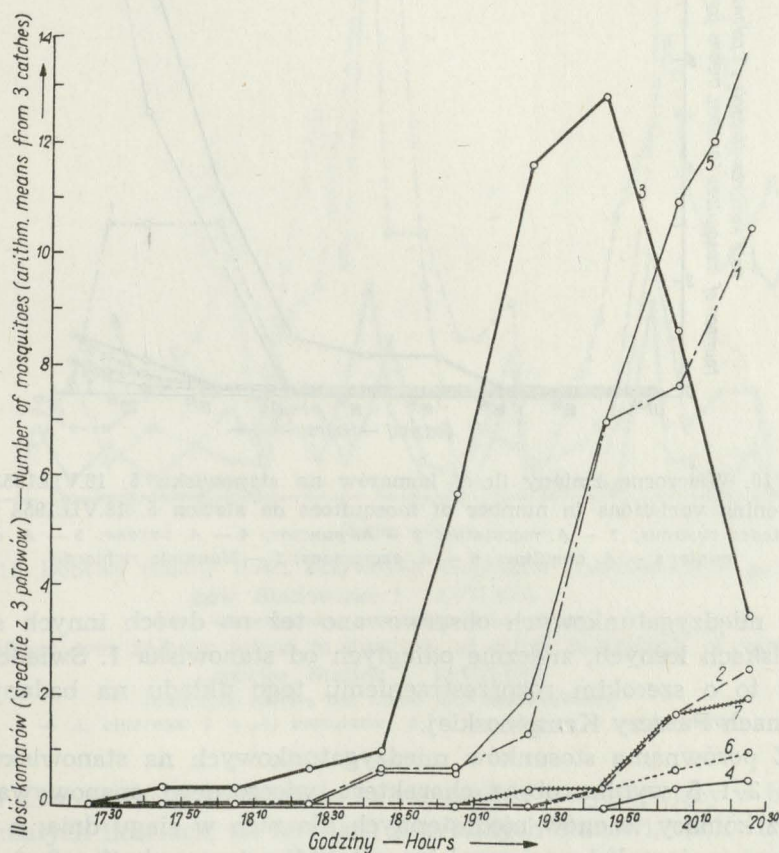


Fig. 9. Wieczne zmiany ilości komarów na stanowisku 4. 9.VII.1953

Evening variations in number of mosquitoes on station 4. 9.VII.1953

1 — *Aedes cinereus*; 2 — *A. maculatus*; 3 — *A. punctator*; 4 — *A. annulipes*; 5 — *A. vexans*; 6 — *A. communis*; 7 — *Mansonia richiardii*

*Aedes vexans* Meig., *Aedes annulipes* i *Aedes excrucians* Walk. (z powodu trudności systematycznych nie rozdzielano tych dwóch gatunków), *Aedes communis* De Geer i *Mansonia richiardi* Fic. — występują w bardzo małych ilościach. Taki układ stosun-

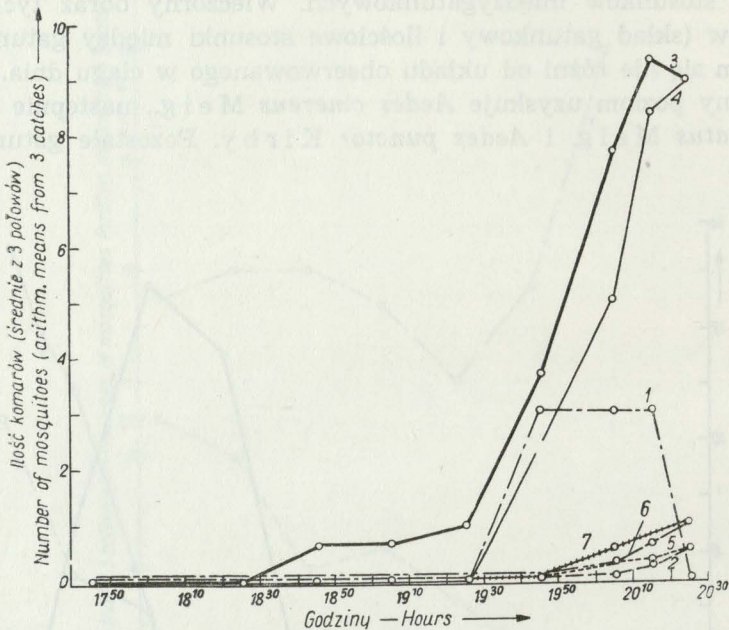


Fig. 10. Wieczne zmiany ilości komarów na stanowisku 5. 18.VII.1953 r.

Evening variations in number of mosquitoes on station 5. 18.VII.1953 r.

1 — *Aedes cinereus*; 2 — *A. maculatus*; 3 — *A. punctor*; 4 — *A. vexans*; 5 — *A. communis*; 6 — *A. annulipes*, 6 — *A. excrucians*; 7 — *Mansonia richiardi*

ków międzygatunkowych obserwowano też na dwóch innych stanowiskach leśnych, znacznie odległych od stanowiska 1. Świadczyłoby to o szerokim rozprzestrzenieniu tego układu na badanych terenach Puszczy Kampinoskiej.

Z porównania stosunków międzygatunkowych na stanowisku 1 oraz 3 i 5 wynika obraz charakteru wieczornego opanowywania przez komary terenów niedostępnych dla nich w ciągu dnia, z powodu panujących tam warunków mikroklimatycznych (fig. 8, 9, 10, 11, 12, 13). Przede wszystkim zwraca uwagę fakt, że wylot komarów na tereny otwarte odbywa się w pewnym porządku, niezależnym od ilościowego poziomu gatunków w lesie. Na terenach przyleśnych

wyraźnie dominuje *Aedes punctor* Kirby. Wskazują na to zarówno połowy z 1953 r. (fig. 8, 9, 10), jak i połowy całodobowe z 1954 r. (fig. 11, 12, 13). Poza tym, wydaje się, że jest on gatunkiem, który pierwszy opanowuje wieczorem te tereny. *Aedes vexans*

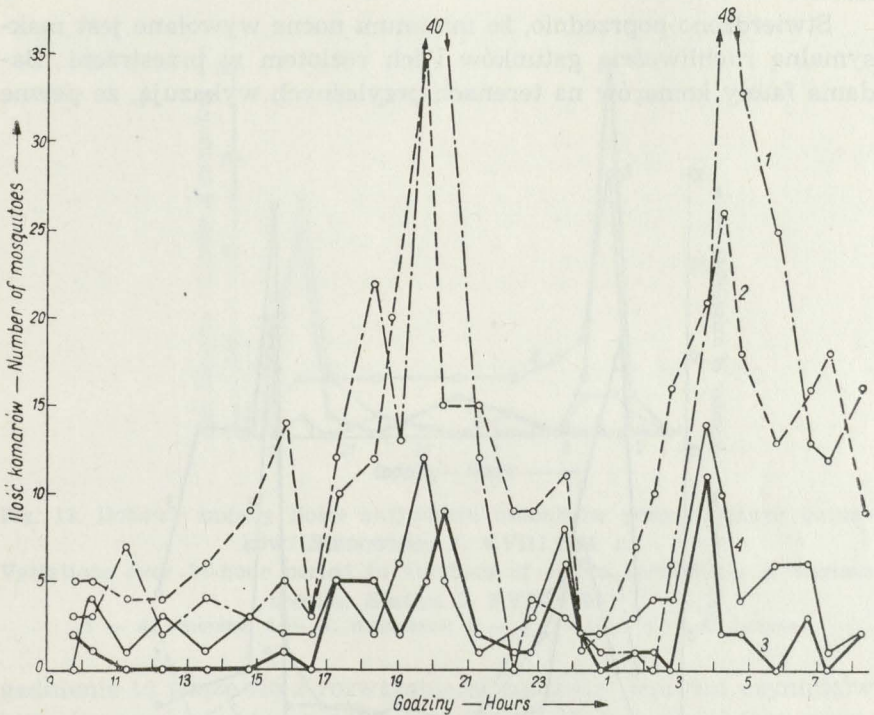


Fig. 11. Dobowe zmiany ilości aktywnych osobników poszczególnych gatunków. Stanowisko 1. 12.VII.1954 r.

(nie uwzględniono gatunków influentnych)

Variations over 24-hour period in numbers of active individuals of various species. Station 1. 12.VII.1954

(incoming species not taken into consideration)

1 — *A. cinereus*; 2 — *A. maculatus*; 3 — *A. punctor*; 4 — *A. vexans*

Me i g., w normalnym układzie na stanowisku 1 występujący w bardzo małych ilościach, na terenach przylesnych stanowi, obok *Aedes punctor*, podstawowy składnik fauny komarów. Świadczyłyby to o wyraźnej tendencji wylotowej tego gatunku. *Aedes maculatus*, dominant terenów leśnych, jest z nimi silnie związany, co decyduje o słabym jego występowaniu poza lasem. *Aedes cinereus* zachowuje

się podobnie jak *Aedes maculatus*, ale wylatuje na tereny otwarte bardziej masowo niż pierwszy.

Trudno jest wyciągać wnioski dotyczące pozostałych gatunków. W zespole komarów leśnych są to gatunki influentne i w związku z tym nie można uchwycić zjawisk, związanych ze zmianą ich ilości.

Stwierdzono poprzednio, że minimum nocne wywołane jest maksymalną ruchliwością gatunków i ich rozlotem w przestrzeni. Badania fauny komarów na terenach przyleśnych wykazują, że pewne

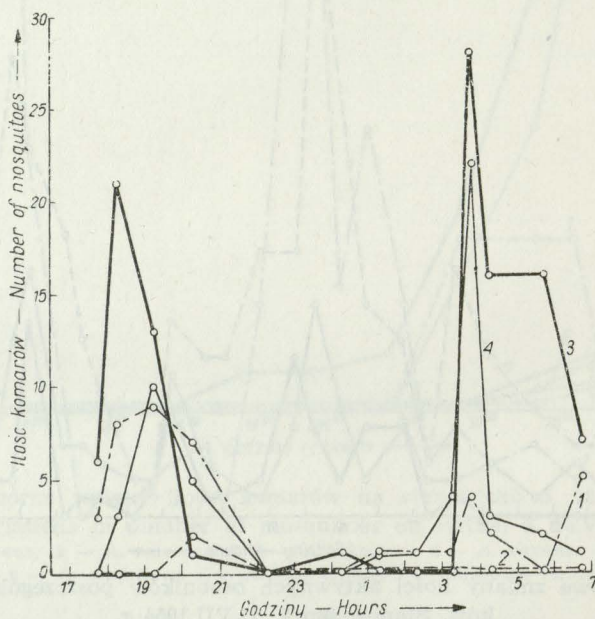


Fig. 12. Dobowe zmiany ilości aktywnych osobników poszczególnych gatunków. Stanowisko 3. 6.VIII.1954 r.

Variations over 24-hour period in numbers of active individuals of various species. Station 3. 6.VIII.1954

1 — *A. cinereus*; 2 — *A. maculatus*; 3 — *A. punctor*; 4 — *A. verans*

gatunki, i to te najliczniejsze w lesie, jak *Aedes cinereus* i *Aedes maculatus* w słabym tylko stopniu opanowują nocą te tereny. Należy się wobec tego spodziewać, że właściwością gatunków silnie związanych ze środowiskiem leśnym jest wzlot w górę i utrzymywanie się w ciągu nocy w koronach drzew.

Wieczne rozloty komarów wiążą się z dwoma zagadnieniami. Z zagadnieniem odporności fizjologicznej gatunku na czynniki mikroklimatyczne środowiska w pierwszym rzędzie. W związku z tym pozostaje sprawa kolejności wieczornych wylotów poszczególnych gatunków oraz sprawa dłuższego czy krótszego utrzymywania się gatunku na terenach otwartych w okresie maksimum rannego. Za-

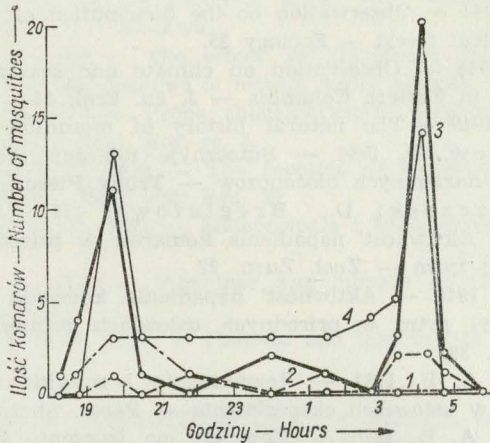


Fig. 13. Dobowe zmiany ilości aktywnych osobników poszczególnych gatunków. Stanowisko 3. 6.VIII.1954 r.

Variations over 24-hour period in numbers of active individuals of various species. Station 3. 6.VIII.1954

1 — *A. cinereus*; 2 — *A. maculatus*; 3 — *A. punctor*; 4 — *A. vexans*

gadnienie to wiąże się z rozważaniami na temat wpływu czynników klimatycznych na aktywność komarów. Natomiast jakieś inne przyczyny niż stopień wrażliwości gatunku na czynniki mikroklimatyczne powodują, że *Aedes maculatus* związany jest wyraźnie z terenami leśnymi, a *Aedes punctor* lub *Aedes vexans* wylatują masowo na tereny otwarte.

W literaturze mówi się o istnieniu typu komarów domowych i leśnych, a w związku z tym o zoo- i antropofilności poszczególnych gatunków. Chodzi tu raczej o stwierdzenie faktu występowania pewnych gatunków na terenie siedzib ludzkich i bardzo rzadkiego faktu przylotu przedstawicieli innych gatunków, związanych z terenami leśnymi. Przy takim podziale zarówno *Aedes vexans*, jak i *Aedes punctor* określa się jako gatunki leśne. W literaturze poświęconej komarom nie spotkałam badań, które by dotyczyły

szczegółowej analizy wieczornego opanowywania przez komary terenów otwartych i które by próbowały wyjaśnić przyczynę różnic gatunkowych w tym zjawisku. Materiały powyższe nie upoważniają do wyciągania jakichkolwiek wniosków i chodziło mi tu tylko o zwrócenie uwagi na ten problem.

#### LITERATURA.

1. Bates, M. 1944 — Observation on the distribution of diurnal mosquitoes in a tropical forest — *Ecology* 25.
2. Bates, M. 1945 — Observation on climate and seasonal distribution of mosquitoes in Eastern Columbia — *J. an. Ecol.* 14.
3. Bates, M. 1949 — The natural history of mosquitoes — New York.
4. Beklemiszew, B. 1934 — Sutocznyje migracji biezpozwonocznych w kompleksie naziemnych biocenozow — *Trudy Pierm. Inst.* 6.
5. Błagowieszczeski, D., Bregietowa, H., Monczadski, A. C. 1943 — Aktywnost' napadnienia komarow w prirodnym usłowiach i jej sutocznyj rytm — *Zool. Żurn.* 22
6. Czagin, A. 1948 — Aktywnost' napadnienia komarow na czelowieka i jej sutocznyj rytm w prirodnym usłowiach primorskogo kraja — *Entom. Obozr.* 30.
7. Gucewicz, A. B. 1931 — Rozmnożenie i rozwicie żółtolichorodcznego komara w usłowiach eksperimenta — *Paraz. Sborn.* 2.
8. Gucewicz, A. B. 1940 — Materiały po izuczeniu krowososuszczich dwukryłych (gnusa) siewierussuryjskoj tajgi — *Zool. Żurn.* 23.
9. Haddow, A. J. 1945 — On the mosquitoes of Bwamba County, Uganda, I description of Bwamba with special reference to mosquito ecology — *Proc. zool. Soc. London* 115.
10. Haddow, A. J. 1946a — The mosquitoes of Bwamba County Uganda, II biting activity with special reference to the microclimate — *Bull. ent. Res.* 36.
11. Haddow, A. J. 1946b — The mosquitoes of Bwamba County Uganda, III the vertical distribution of mosquitoes in banana plantation and biting cycle of *Aedes simpsoni* — *Bull. ent. Res.* 36.
12. Haddow, A. J., Gillet, J., Highton, R. B. 1947 — The mosquitoes of Bwamba County Uganda, V vertical distribution and biting-cycle of mosquitoes in rain-forest with further observation of microclimate — *Bull. ent. Res.* 37.
13. Haddow, A. J. 1942 — The mosquito fauna and climate of native huts at Kisumu Kenya — *Bull. ent. Res.* 33.
14. Haddow, A. J. 1954 — Studies of the biting-babits of african mosquitoes. An appraisal of method employed, with special reference to the twentyfour-hour catch — *Bull. ent. Res.* 45.
15. Mattingly, P. F. 1949 — Studies on west african forest mosquitos, part I the seasonal distribution, biting-cycle and vertical distribution of four of the principal species — *Bull. ent. Res.* 40.

16. Monczadski, A. C., Radziwiłowska, H. 1947 — Nowy metod koliczestwiennego ucieta aktiwnosti napadenia krowosow — Paraz. sborn. 9.
17. Monczadski, A. C. 1950 — Napadnienie komarow na czielowieka w prirodnich usłowiach subarktiki i faktory jego regulirujuszczije — Paraz. sborn. 12.
18. Monczadski, A. C. 1953 — Nocznaja aktiwność komarow w prirodie i jej epidemiologiczeskoje osobiennosti — Zool. Żurn. 33.
19. Nabokow, B. A., Szlenowa, M. F. 1955 — Gnus, biologia i miery borby s nim — Moskwa.
20. Parker, A. 1952 — The effect of difference in temperature and humidity on certain reaction of female *Aedes aegypti* — Bull. ent. Res. 43.
21. Tarwid, K. 1952 — Próba charakterystyki zespołu komarów Puszczy Kampinoskiej — Stud. Soc. sc. 3.
22. Thomson, R. C. 1938 — The reaction of mosquitoes to temperature and humidity — Bull. ent. Res. 29.
23. Tomanek, J. T. 1952 — Meteorologia i klimatologia dla leśników — Warszawa.
24. Uvarow, B. 1929 — Weather and climate in their relation to insects — London.
25. Williams, C. B. 1946. — Climate and insects life — Nature 157.

#### ACTIVITY OF MOSQUITOES OVER A PERIOD OF 24 HOURS AND CONTROLLING FACTORS

##### S u m m a r y

The results of research work carried out in the Kampinos Forest near Warsaw on the 24-hour cycle of changes in activity of the mosquitoes, and on their flights from their daytime forest resting places to open, tree-less areas, form the subject of this work.

Investigations were carried out in the summer months (July, August, September) in 1953 and 1954. The insects were collected by catching them when attracted by the bait (a human being sitting motionless). A series of collections was made over periods of 24 hours, and also evening collections on selected positions within the forest and in the open tree-less areas adjoining the forest. The 24-hour observations were conducted by making a series of collections, each lasting 10 minutes. The intervals between the collections of the mosquitoes lasted one hour, whereas during the period of intensive change of activity (evening and before dawn), collections were increased in frequency to from 4—6 per hour. Eve-

ning collections were carried out on each consecutive position from 6—8 in the evening until dusk had completely fallen. Collection continued for 10 minutes, then a pause of 10 minutes was made. During the periods of 24-hour collections, observations of changes in atmospheric humidity and temperature were carried out simultaneously with the collections of the mosquitoes. Measurements of atmospheric humidity and temperature were made at two levels: at the level of the duff on the ground, and at a level of 1,5 — 2,0 m. above the ground. The changes in atmospheric humidity and temperature occurring between these two levels made it possible to calculate the scale of these changes at higher levels, and, in consequence, the accessibility of the higher atmospheric layers to mosquitoes at various times of the day.

The aim of this work was to analyse which of the two environment factors examined was responsible for the 24-hour changes in the mosquito activity. The author has taken, as the basis for his reasoning, that the constancy and regularity of the course of the 24-hour cycle of activity completely excludes causes subject to irregular alterations, and appearing only under certain conditions, e. g. wind, moonlight. Only those factors which act constantly and change over a period of 24 hours can be responsible for the course of the phenomena. It should be taken that the very fact of variability of a given factor entitles it to be treated as main cause of the changes in the mosquito activity. This of course refers to a definite variability beyond the limits of optimal values for mosquitoes. Analysis of the material was therefore aimed at establishing the limits of variability of the value of environment factors, and their corresponding changes in the activity of the mosquitoes.

#### Conclusions:

1. On the basis of an analysis of changes in atmospheric humidity and temperature over a 24-hour period, and of the changes in the mosquito activity connected with them, the author reaches the conclusion that under the climatic conditions obtaining, the 24-hour activity cycle is conditioned by the changes in atmospheric humidity over a 24-hour period.

2. The author distinguishes between the phenomenon connected with changes in the activity of the mosquitoes and the phenomena



connected with the fact of their dispersal flights. There is a fundamental difference between these phenomena, even though both present similar pictures: decrease or increase in the number of mosquitoes in the samples.

3. In connection with the above statements, the 24-hour cycle of activity is, in the opinion of the author, as follows: In the evening, as a result of the considerable increase in atmospheric humidity in the upper layers of the air, an increase in the mosquito activity takes place. They leave their daytime resting places in masses, thus causing a sudden rise in the number of mosquitoes in the area. This entire phenomenon is defined as the evening maximum of activity. The night minimum of activity succeeding it is connected with the mass dispersal flights of the mosquito into the upper layers of the atmosphere and to the tree-less areas adjoining the forest territory. These areas were inaccessible to the mosquitoes during the day on account of the low humidity content.

The increase in the numbers of mosquitoes in the atmospheric layers immediately above the ground, defined as the morning maximum activity, is caused by the decrease in humidity in the open areas and the upper layers of the atmosphere. This causes the mosquitoes to leave the areas in process of „drying-up”, and to gather in large quantities in the atmospheric layers close to the ground. As the humidity conditions deteriorate for the mosquitoes during the course of the day, they are forced to seek resting places in well-shaded environments, in the ground vegetation. A marked decrease in the activity of the mosquitoes can then be noticed.

4. During the evening period mass the mosquito flights from the forest areas to open spaces take place. On positions in the wooded areas the evening picture of the relations between the species (composition of species and quantitative relations between the species) does not differ in any way from that observed during the day. The maximum level is attained by *A. cinereus*, then *A. maculatus* and *A. punctor*. The remaining species — *A. vexans*, *A. annulipes*, *A. excrucians*, *A. communis*, *M. richiardii* — occur in very small numbers, (species represented by single specimens have not been taken into consideration).

The observations carried out in open areas (not wooded) reveal a change in the relations between the species amongst the mosquito fauna flying to these areas. The first to dominate these areas is *A. punctor*, nad in the evening period it clearly predominates in

numbers over the other species. After this species comes *A. vexans*, *A. maculatus*, which are very small numerous in forest areas, but in these open spaces occur in very small numbers. *A. cinereus* behaves similarly, but dominates the open spaces in greater numbers than the previous species.

The problem of evening dispersal flights by the mosquitoes is connected with two questions:

a) the question of physiological resistance of the species to the microclimatic factors of the environment. The subject of sequence of evening flights of the respective species in the area near the forest is connected with this, and the question of a longer or shorter length of stay of the species in these areas during the morning hours, in other words, of their „return” to the forest.

b) the question of little-known phenomena forming a closer or looser tie between the species and the forest areas. This question is still an open one.