

6. LE VARIETÀ DI ANOPHELES MACULIPENNIS E IL PROBLEMA DELLA MALARIA IN ITALIA (*).

Dopo la scoperta della trasmissione della malaria si credette in un primo tempo che ove esistevano gli anofeli esistesse la malaria, tanto che Grassi fino dal 1898 definì gli anofeli « vere spie della malaria ». Però ricerche successive dimostrarono che la distribuzione geografica degli anofeli non coincide con la diffusione della malaria.

Celli rilevò l'importanza dello studio di questo fenomeno, ma non poteva in quel tempo dare una spiegazione soddisfacente. Dopo lunghe ricerche egli giunse alla conclusione che le regioni dell'anofelismo senza malaria erano collegate con l'intera biologia della zanzara. « La causa di così interessante fenomeno — egli scriveva — non può certamente ed esclusivamente rintracciarsi nell'immunità organica della popolazione, nè, senz'altro, nel maggior uso del chinino, ovvero in bonifiche idrauliche ed agricole e nemmeno in condizioni metereologiche, ma nella biologia della zanzara ».

L'argomento fu ripreso da Bonservizi (1903) che per primo affermò che nelle località di anofelismo senza malaria il bestiame attirava nelle stalle gli anofeli proteggendo in tal modo l'uomo dalle loro punture.

Nello stesso anno (1903) Sergent notava cospicue differenze nelle abitudini e nella grandezza fra gli *A. maculipennis* della Francia e quelli dell'Algeria.

A sua volta Roubaud (1918-1919), studiando l'anofelismo nei dintorni di Parigi e nella regione paludosa della Vandea, già famosa per la sua insalubrità, venne alla conclusione che l'estinzione progressiva della malaria nelle due regioni doveva considerarsi come un fenomeno spontaneo. Egli notò il fatto — già rilevato dal Bonservizi in alcune regioni d'Italia — che il numero degli anofeli che si potevano catturare nelle

(*) Relazione al Congresso Internazionale di Entomologia di Berlino, 15-20 agosto 1938.

stanze abitate dagli uomini era piccolissimo di fronte all'enorme numero che si poteva contare nelle stalle occupate dal bestiame. Roubaud venne perciò alla conclusione che nelle regioni da lui studiate esisteva un forte antagonismo — per ciò che riguarda la nutrizione degli anofeli — fra l'uomo ed il bestiame, nel senso che il bestiame veniva preferito all'uomo, il quale non aveva perciò che un'importanza trascurabile nell'alimentazione della fauna anofelica.

Nelle regioni aperte definitivamente alla vita agricola e pastorale — scrive Roubaud — l'abbondanza sempre crescente del bestiame ha realizzato progressivamente la protezione umana. Deve essere avvenuta un'evoluzione dei gusti dell'*Anopheles*, evoluzione nella quale gli animali hanno preso il posto dell'uomo nelle sue abitudini alimentari. Si potrebbe dire che esistono due razze fisiologiche di *Anopheles*: l'una, quella delle regioni malariche, che continua a cercare l'uomo avendo conservato le abitudini primitive, l'altra, delle regioni non malariche, che ha secondariamente e più o meno definitivamente orientato le sue abitudini emofaghe verso il bestiame.

Questo adattamento od evoluzione zoofila pare che abbia provocato la genesi di una particolare razza di anofeli che si distinguono oltre che per il mutamento del gusto anche per la taglia maggiore (razza zoofila).

Successivamente Roubaud (1921), tentò di differenziare le razze di *A. Maculipennis* mediante lo studio dei loro caratteri morfologici. Egli distinse una razza zoofila da una antropofila in base al numero dei dentelli mascellari, il quale sarebbe maggiore negli anofeli che pungono solo il bestiame, mentre, invece, sarebbe più ridotto negli anofeli che attaccano l'uomo.

Secondo Roubaud negli esemplari di *A. maculipennis* che vivono di regola a spese dell'uomo, il numero medio dei denti mascellari non supera i 14, e la proporzione di individui provvisti di mascelle con meno di 14 denti è largamente preponderante.

Se, al contrario, si studiano gli anofeli provenienti dalle stalle e dai ricoveri degli animali ove la stabulazione è diffusa e mantenuta a lungo, si osserverà che il numero medio dei denti mascellari è sensibilmente più elevato di quello degli anofeli che si nutrono a spese dell'uomo.

Contemporaneamente Wesenberg-Lund (1920-1921), eseguiva analoghe investigazioni nella Danimarca, giungendo, per vie diverse, alle stesse

conclusioni di Roubaud. Wesenberg-Lund si era proposto di studiare il quesito: per quale motivo la malaria, che un secolo prima aveva colpito così severamente la Danimarca, ora fosse completamente scomparsa. L'Autore, dopo aver riassunto le opinioni correnti afferma, in seguito ad uno studio accurato degli anofeli della regione, che almeno per la Danimarca l'endemia malarica si è spenta « perchè l'*Anopheles*, in rapporto alle sue attuali modificazioni biologiche, non può più trasmettere l'infezione ». Egli dimostra che gli anofeli delle regioni da lui studiate — in prevalenza *A. maculipennis* — succhiano sangue solamente dagli animali domestici e non dall'uomo. L'*Anopheles* è divenuto una zanzara prettamente domestica, pigra, che vive di preferenza nelle stalle da cui esce per accoppiarsi e per deporre le ova. Secondo l'Autore, le modificazioni biologiche avvenute nell' *A. maculipennis* costituirebbero la ragione della scomparsa della malaria in tutto il Nord d'Europa fino al 63° di latitudine.

Si tratterebbe di un cambiamento della biologia della specie che si è trasformata da un essere che viveva all'aperto succhiando sangue dall'uomo, in un essere che convive con gli animali domestici da cui trae il suo nutrimento.

Roubaud inclina a riguardare il cambiamento di gusto degli anofeli come una evoluzione lenta e durevole di abitudini alimentari, vale a dire come un'evoluzione di abitudini acquisite. In questo punto Wesenberg differisce da Roubaud. L'Autore danese suppone che tutta la questione riguardante la variazione nel costume di succhiare sangue degli anofeli deve essere considerata dal seguente punto di vista generale: una specie con una grande area di distribuzione non è forzata a vivere nel medesimo modo dappertutto, quando un nuovo fattore appare nella vecchia area di distribuzione e cambia l'ambiente, gli organismi sono fino ad un certo punto capaci di accomodarsi al nuovo fattore, il quale può così cambiare notevolmente la loro biologia. Per Wesenberg gli *Anopheles maculipennis* viventi al Nord delle Alpi non costituirebbero una sottospecie o varietà o razza particolare, come pretende Roubaud, ma dei contingenti di individui circoscritti in limiti geografici e colturali determinati e sviluppati oggi giorno delle proprietà fisiologiche diverse da quelle che caratterizzano generalmente la specie a cui appartengono.

Intanto Van Thiel (1926), aveva notato una differenza di grandezza fra gli anofeli dei dintorni di Leyden e quelli di Amsterdam in base alla misurazione delle ali.

Successivamente De Buck (1926), partendo dalle differenze di grandezza rilevate da Van Thiel, fra gli anofeli dei dintorni di Leyden e quelli di Amsterdam, studiò la biologia degli anofeli ad ali grandi e piccole, e concluse che probabilmente questi anofeli appartengono a razze diverse e che la diffusione della malaria coincide in un certo grado con la distribuzione degli anofeli piccoli.

Swellengrebel, De Buck e Schoute (1926), constatarono poi che le differenze di grandezza dei due tipi di anofeli si mantengono allevando le zanzare da larve tenute ad uguali condizioni. Essi rilevarono inoltre differenze fisiologiche relative alla digestione del sangue al cominciare dell'ibernamento.

Nello stesso anno Van Thiel giunse alla conclusione che l'*Anopheles* dalle ali corte doveva considerarsi una varietà dell'*Anopheles tipo* descritto da Meigen e denominò questa varietà *Anopheles atroparvus*, di cui diede i seguenti caratteri:

1) più piccolo dell'*A. maculipennis tipo*. Nei Paesi Bassi la lunghezza delle ali delle zanzare misura in inverno circa mm. 4,6-5, (nel *Tipo*, circa 5,3-5,6 mm.);

2) il numero dei dentelli delle zanzare in inverno è generalmente maggiore (molto spesso più di 17) che nel *Tipo* (molto spesso meno di 17);

3) il colore è più scuro che nel *Tipo* dimostrandosi tale non solamente durante l'estate, ma probabilmente anche durante l'ibernamento;

4) ha un'aggressività maggiore che nel *Tipo*, che si dimostra non solamente nell'estate ma probabilmente anche durante l'ibernamento;

5) l'inizio dell'ibernamento è in novembre, nel *Tipo* è in settembre;

6) i focolai preferiti sono probabilmente le acque leggermente salmastre (¹).

Intanto in Italia Grassi aveva ripreso le ricerche sull'anofelismo senza malaria a Massarosa e agli Orti di Schito, giungendo alle conclusioni che negli Orti di Schito si incontra una razza biologica di *A. maculipen-*

nis che vive esclusivamente a spese degli animali domestici, che non punge l'uomo e che perciò non gli innesta la malaria.

« L'istinto misantropo degli anofeli di Schito — scrive Grassi — mi sembra ereditario in senso lato, o meglio poco preciso: non lo dico tale in modo assoluto perchè noi conosciamo tanti altri casi di simili mutazioni che una volta prodottesi durano per un certo numero di generazioni e poi scompaiono » (2).

Nello stesso tempo io mi ero occupato della regressione spontanea della malaria e scrivevo: « noi riteniamo che la scomparsa spontanea della malaria in certe regioni sia un fenomeno complesso che non si possa ridurre ad una semplice azione protettiva del bestiame » (3).

Allora io non riuscivo a spiegare perchè a Diamantina, presso Ferrara, la malaria persistesse malgrado la presenza di cospicue quantità di bestiame stabulato, mentre scompariva dai sobborghi di Mantova malgrado l'assenza completa del bestiame.

Studiando la distribuzione degli anofeli in Val di Chiana, ove la malaria era da lungo tempo scomparsa, io avevo potuto confermare che gli anofeli vivevano sopra tutto nelle stalle a contatto del bestiame. Ciò contrastava in modo evidente col comportamento degli anofeli nella campagna romana, dove si riscontravano numerosi nelle abitazioni dell'uomo malgrado la presenza di stalle che potevano offrire un idoneo ricovero.

Lo studio del problema delle regressione naturale della malaria era per me di singolare importanza poichè se avessimo potuto svelare la causa di questo fenomeno, l'uomo col suo talento avrebbe potuto affrettare questo naturale processo di risanamento.

Perciò, appena la Fondazione Rockefeller mise a mia disposizione i fondi necessari, mi accinsi ad una prima serie di indagini per precisare il grado di contatto fra l'*A. maculipennis* e l'uomo nelle zone malariche ed in quelle di anofelismo senza malaria.

L'osservazione che gli anofeli nelle zone senza malaria prevalevano nelle stalle non bastava per dimostrare che quegli anofeli non si alimentavano sull'uomo: essi avrebbero potuto alimentarsi sull'uomo e cercare poscia ricovero nelle stalle. Decisi allora di ricorrere alla reazione precipitante per stabilire la provenienza del sangue succhiato dagli anofeli, e

partendo dalla tecnica usata da Weidanz, precisai le norme da seguire in tale campo di ricerche, che in seguito pubblicai.

Estesi subito le mie indagini in varie località di anofelismo senza malaria e nelle Paludi Pontine, ancora tristemente celebri per la gravità della malaria. Comparando i risultati di tali indagini con la distribuzione della malaria, potei stabilire che quando i contatti alimentari fra l'*A. maculipennis* e l'uomo erano frequenti e costanti, la malaria assumeva un carattere di grave epidemia, mentre quando l'*Anopheles* si nutriva sull'uomo irregolarmente, sotto determinate condizioni ambientali non costanti, la malaria cessava di esistere allo stato endemico e scompariva.

Da questo primo gruppo di ricerche sul campo giungevo alla conclusione che nelle località di anofelismo senza malaria il grado di associazione dell'*A. maculipennis* con gli animali era giunto a tale punto che le zanzare non attaccavano più l'uomo anche quando, entro un'area ricca di anofeli, gli animali domestici erano temporaneamente allontanati dai dintorni delle abitazioni umane, come avevamo potuto osservare sperimentando sul campo (⁴).

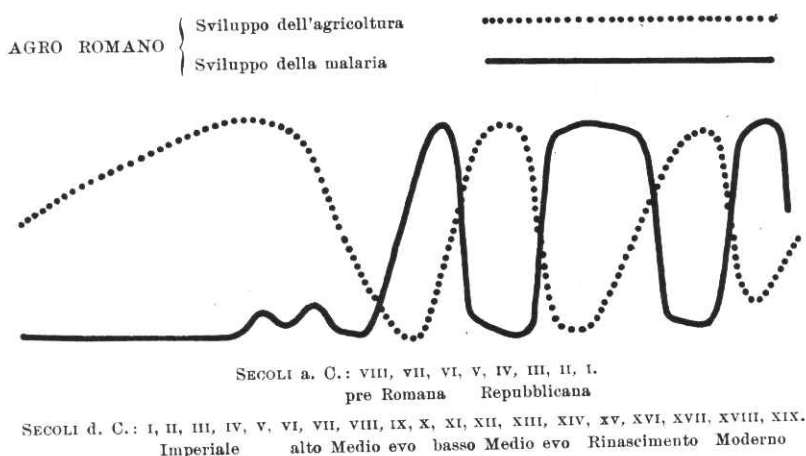
Poichè il diverso comportamento dell'*A. maculipennis* verso l'uomo appariva come il prodotto di istinti acquisiti, così stabilivo che mancavano le basi scientifiche per la così detta zooprofilassi della malaria poichè, circondando le abitazioni umane con stalle o porcili, non avremmo potuto cambiare bruscamente gli istinti degli anofeli e realizzare le condizioni che si osservavano nelle aree di anofelismo senza malaria.

Negli anni seguenti, studiando le vicende della malaria nelle varie epoche storiche sulla guida delle preziose documentazioni raccolte da Celli, mi apparve in modo chiaro che la storia dominava il destino della malaria e che la sua diffusione era in rapporto inverso al progresso agricolo (⁵).

Riportai allora in un grafico le varie vicende dell'agricoltura nel Lazio e la diffusione della malaria nelle varie epoche storiche, che rivela come la malaria sia legata alle condizioni del suolo.

Nell'epoca pre-romana e nel successivo periodo dei Re non esisteva la malaria nel Lazio e l'agricoltura vi era già assai progredita come attestano le varie opere di drenaggio di irrigazione appartenenti a quest'epoca che si vengono scoprendo.

La malaria comparve nel III secolo importata probabilmente dalla Grecia o dalla costa settentrionale dell'Africa, ma durante il periodo repubblicano ed i primi secoli dell'Impero, questa malattia si manifestò soltanto con casi sporadici. In questo periodo fioriva nel Lazio la più raffinata e specializzata economia rurale con giardini, orti, frutteti e parchi in cui si allevava quanto il regno animale e vegetale poteva di meglio offrire per l'alimentazione della grande metropoli. Con la decadenza dell'Impero Romano si inizia il periodo oscuro del Medio Evo; le selve scesero dai monti lungo le rive dei fiumi invadendo la bella campagna



un tempo fecondata dal lavoro umano, le paludi prosciugate dall'arte si ricoprirono nuovamente di acqua stagnante ed il colono romano scomparve travolto dalle invasioni barbare. Con la regressione della terra all'antico stato paludoso e silvestre la malaria trovò le condizioni più propizie per il suo sviluppo e completò la distruzione della Campagna Romana.

Nei secoli successivi, per opera dei Papi, l'agricoltura ritornò a fiorire progressivamente nell'Agro Romano e contemporaneamente si osserva la regressione della malaria. L'agricoltura continuò a progredire durante il IX secolo, finchè le incessanti scorrerie dei Saraceni, ma sopra tutto le invasioni degli Ungari (924) e dei Normanni (917), portarono la desolazione nel Lazio e la malaria divampò ancora completando una seconda volta la distruzione della Campagna Romana. Alla fine del X secolo, specialmente per opera delle Comunità derivate dalla riforma dei Bene-

dettini, i monaci delle valli e delle paludi, si inizia l'opera di restaurazione agricola dell'Agro Pontino, che si svolge attiva e silenziosa nei secoli successivi. Arriviamo così al 1566, quando Pio V, istituendo il Tribunale dell'Agricoltura, rilevò come «l'aria fosse resa più pura per la coltivazione del terreno e le opere di bonifica».

Ora, man mano che dal Secolo X al secolo XVI l'agricoltura si estende e si perfeziona nell'Agro Romano, noi osserviamo ancora una volta la regressione spontanea della malaria.

Ma alla fine del secolo XVI la sicurezza della Campagna Romana era in piena balla dei malviventi e non di rado i « Signori », con cinismo inaudito, si associavano ai banditi ed ai predoni, dominando in tal modo tutta la campagna. In tali condizioni i coloni romani abbandonarono i campi in cerca di luoghi più tranquilli e sicuri e la malaria, per la terza volta, completò la distruzione seminando la morte ed il terrore fra i pochi coloni rimasti ancora attaccati alla terra, che durante cinque secoli avevano riconquistato all'agricoltura ed alla civiltà con duro e penoso lavoro.

Da quell'epoca la malaria dominò nell'Agro Romano finchè la scoperta della trasmissione dei plasmodi malarigeni non permise di dominarla.

Dalle indagini sulla diffusione della malaria nelle varie epoche storiche e dalle osservazioni sulla regressione della malaria nelle aree di recente bonificate, potei dedurre che la diffusione di questa malattia non era in rapporto con l'estensione dei focolai larvali, ma con determinate condizioni del suolo che si verificavano nelle terre incolte.

Nello stesso tempo (1929), continuando le mie indagini nelle Paludi Pontine ed agli Orti di Schito, presso Napoli, mi ero sempre più convinto che nelle due regioni esistevano due razze diverse di *Anopheles maculipennis*: una schiettamente antropofila e l'altra così strettamente associata al bestiame, che non potemmo usare per la trasmissione della malaria ai paralitici poichè il 30 % non si adattava a pungere l'uomo.

Giunte le mie osservazioni a questo punto, trassi la deduzione che la diffusione della malaria era determinata soltanto da quella varietà di *A. maculipennis* che di regola punge l'uomo più volte successivamente e che i caratteri dei focolai larvali determinavano la prevalenza dell'una o dell'altra varietà di *A. maculipennis*.

Al Congresso di Algeri (1930), discutendo le cause della regressione della malaria nelle varie epoche storiche, comunicai quanto segue: « dobbiamo ritenere che il cambiamento dei gusti alimentari dell'*Anopheles maculipennis* sia soltanto apparente ».

Se esaminiamo gli anofeli di una regione intensamente malarica — quale le Paludi Pontine — troviamo circa il 70 % degli anofeli che vive a contatto del bestiame ed il 30 % che vive a contatto dell'uomo. La costanza di tale fenomeno ci induce ad ammettere che questa distribuzione degli anofeli non sia un prodotto del caso, ma una conseguenza dei loro gusti per cui una parte preferisce il bestiame e l'altra l'uomo. Ciò viene confermato da alcune ricerche di Raffaele sul *Culex pipiens* che presenta una varietà che punge esclusivamente i volatili e tale predilezione si mantiene nelle generazioni successive.

Questo rapporto costante fra il numero degli anofeli che pungono l'uomo ed il numero degli anofeli che punge il bestiame è *la risultante del complesso di condizioni ambientali che regola l'esistenza di questi esseri*. In tali condizioni le due varietà lottano con forze equilibrate e perciò il loro rapporto numerico è costante, ma può bastare una tenue modificazione dell'ambiente per spostare l'equilibrio in favore di una varietà o dell'altra. Se, per esempio, si modificano lievemente le condizioni in favore della varietà che punge il bestiame, il rapporto fra le due varietà cambia e si potrà trovare forse l'80 % degli anofeli che punge il bestiame ed il 20 % che punge l'uomo.

Siccome allo stato alato le due varietà si nutrono in ambienti diversi ed a spese di animali diversi, così la disputa degli alimenti non avviene allo stato adulto e perciò la selezione naturale determinata dalla lotta per l'esistenza avverrà nei focolai larvali dove le due varietà s'incontrano ».

Pertanto, secondo le mie osservazioni la regressione della malaria era la conseguenza delle leggi che regolano il rapporto numerico fra le specie e gl'individui appartenenti ad una determinata biocenosi, rapporto che cambia col variare delle condizioni del biotopo.

Noi avevamo dimostrato in modo preciso che esistevano almeno due varietà biologiche di *Anopheles maculipennis* ma occorreva vedere se non fosse possibile separarle per i loro caratteri morfologici, come aveva già

tentato Roubaud per gli anofelini della Francia e Van Thiel per quelli dell'Olanda.

Falleroni fin dal 1926 aveva messo in rilievo che le differenze delle ova dell'*A. maculipennis* sono tali da far pensare a specie diverse. Secondo l'Autore le ova dell'*A. maculipennis* si distinguono per il diverso aspetto della incrostazione, in grigie e nere e per le dimensioni delle camere d'aria. A seconda del variare di questi caratteri si potrebbero così distinguere quattro tipi:

1° Tipo. - Ova nere: l'incrostazione grigia varia d'intensità, talvolta manca, tal'altra è notevole specialmente nella parte centrale. Però è sempre interrotta da screziature nere per lo più numerose che danno alle ova un aspetto scuro. L'incrostazione grigia appare formata da tasselli minuti più piccoli di quelli che si riscontrano negli altri tipi di ova. Le camere d'aria sono grandi. Le ova riunendosi agli estremi, danno luogo spesso a forme geometriche.

2° Tipo. - Ova grigie: hanno aspetto chiaro. L'incrostazione grigia è solo interrotta da piccole screziature nere ed appare formata da tasselli più grandi che nelle ova nere; i poli scuri, le camere d'aria piccole e le ova, di aspetto piuttosto tozzo, si avvicinano per il lato maggiore disponendosi a serie. Nell'alta Italia hanno aspetto meno chiaro e sono più snelle: piccole differenze che, secondo Falleroni, non modificano il tipo.

3° Tipo. - Le ova sono caratterizzate da due fasce trasverse nere poste agli estremi delle camere d'aria, verso i poli, che sono scuri. Dapprima Falleroni raggruppò queste ova con le grigie e poi le riunì alle nere, principalmente per i caratteri delle camere d'aria. Esse però differiscono da entrambi questi tipi: da quello nero e scuro sia per l'incrostazione grigia uniforme senza macchie nere, sia per i tasselli grigi che appaiono più grandi; dal tipo grigio differiscono per il carattere della incrostazione grigia uniforme e per i galleggianti che sono più grandi.

4° Tipo. - Ova senza o con piccole camere d'aria. Questo gruppo comprenderebbe l'*Anopheles elutus* ed è caratterizzato da ova uniformemente grigie, senza camere d'aria oppure con camere d'aria rudimentali.

Secondo Falleroni gli *A. maculipennis* dalle ova nere e dalle ova grigie, presentavano caratteri di varietà o di sottospecie e propose di distinguerli con la nomenclatura che segue:

Anopheles claviger Meig. var. *messeae* Falleroni, per quelli dalle ova nere;

Anopheles claviger Meig. var. *labbranchiae* Falleroni, per quelli dalle ova grigie.

Pensai allora di vedere se il criterio della differenza delle ova su cui aveva richiamato l'attenzione Falleroni per differenziare le razze di *A. maculipennis* potesse valere a questo scopo.

Ero indotto a ciò anche dalle ricerche della La Face che fino dal 1929 mi asseriva di notare qualche differenza fra l'ipopigio dei maschi nati dalle ova grigie e quello dei maschi nati dalle ova scure.

Nelle precedenti ricerche avevamo già caratterizzato tre tipi diversi di *A. maculipennis* a seconda dei loro rapporti alimentari con l'uomo:

Tipo A) - *A. maculipennis delle Paludi Pontine*, domestico, di cui circa il 9 % fu trovato con sangue umano.

Tipo B) - *A. maculipennis di Massarosa*, che vive strettamente associato al bestiame, punge l'uomo in captività, mentre allo stato naturale lo punge solo nella proporzione di 1:400, in codizioni ambientali che verranno studiate.

Tipo C) - *A. maculipennis di Schito e Fucino*, che punge eccezionalmente l'uomo allo stato naturale ed in captività punge solo quando è affamato in una proporzione non superiore al 70 %.

Tornando dal Congresso di Algeri volli pertanto vedere se questi caratteri biologici dell'*A. maculipennis* corrispondessero a caratteri diversi delle ova, ciò che avrebbe in parte confermato la mia ipotesi secondo cui la regressione della malaria in Italia era in rapporto al prevalere di determinate varietà di *A. maculipennis*.

Le mie prime indagini svolte ad Ardea (Agro Romano) rivelarono che in questa zona esistevano tutte le varietà di ova: grigie, striate, scure e quelle dell'*Anopheles elutus* però con forte prevalenza delle grigie.

Non mi sorprese che nelle zone malariche esistessero tutti i tipi di ova, anzi, secondo l'ipotesi che guidava le mie ricerche, queste varietà potevano essere presenti nelle zone malariche. Interessava invece conoscere se nelle zone non malariche mancasse un tipo delle ova osservate nelle zone malariche e precisamente il tipo grigio, più diffuso in queste zone. Le prime osservazioni a Massarosa ed a Schito illuminarono un campo tutto nuovo di ricerche: effettivamente nelle zone di anofelismo

senza malaria mancava il tipo grigio della Campagna romana e prevaleva il tipo scuro, come verrà dimostrato appresso.

Occorreva allora estendere le ricerche per stabilire se le differenze morfologiche delle ova potessero servire a caratterizzare unità geografiche ed associammo alle nostre ricerche l'eminente Presidente di questo congresso, che portò un grande contributo alle ricerche sulle razze di *A. maculipennis*.

Occorreva stabilire:

1) se ai differenti tipi di ova corrispondessero caratteri biologici differenti;

2) se ai vari tipi di ova corrispondessero caratteri morfologici nei vari stadi di sviluppo degli anofeli.

E' noto che, quando si scende a differenziare delle sottospecie e delle varietà occorre tenere in gran conto le differenze biologiche, che sono spesso più rilevanti delle differenze morfologiche, a tal segno che, per esempio, non si riesce a distinguere alcuni cinipidi della quercia nati da galle con differenze ben definite. Bisogna quindi ammettere l'esistenza di specie e varietà biologiche, morfologicamente non identificabili, ciò non vuol dire che differenze morfologiche non sussistano fra loro ma solo che sono tanto lievi da sfuggire ai mezzi di indagine adoperati (Emery).

Secondo Thorpe (?) esistono razze biologiche ogni qualvolta gli individui appartenenti alla stessa specie si possono dividere in gruppi distinti per i loro caratteri fisiologici quali: preferenze alimentari, differenze nel deporre le ova, ripugnanza all'incrocio recipoco, analogamente a ciò che avviene per le razze geografiche isolate da barriere fisiche. Queste razze dimostrano differenze biologiche ben definite: ma possono mancare corrispondenti differenze morfologiche, oppure possono essere poche e lievi, od anche solo apparentemente assenti. Thorpe ritiene che tenui caratteri biologici spesso si rivelino ereditari e siano il principio di evoluzione di razze divergenti. Vi sono molti esempi fra gli insetti di razze biologiche ben definite, mentre invece le differenze strutturali incominciano appena a manifestarsi: in questi casi le modificazioni fisiologiche sono importanti per il mantenimento della specie, mentre quelle morfologiche possono essere a tale riguardo, trascurabili.

Le nostre prime indagini (1931), portarono un notevole contributo allo studio delle varietà di *A. maculipennis*, ma occorre estenderle ed approfondirle.

Nell'anno successivo (1932) portammo a compimento la parte fondamentale del lavoro; si riteneva che le ova grigio-scuro appartenessero ad una supposta varietà nordica dell'*A. maculipennis labbranchiae* e ciò non permetteva di spiegare perchè la diffusione dell'*A. maculipennis labbranchiae* nel Nord non coincideva con la diffusione della malaria.

Io potei dimostrare che le ova grigio-scuri appartenevano all'*Anopheles maculipennis atroparvus*, che può in determinate condizioni ambientali, pungere l'uomo e mantenere un modico grado di endemia malarica.

La mia concezione che la diffusione della malaria in Italia era legata alla presenza di determinate varietà di *A. maculipennis* veniva così, pienamente confermata.

Fummo in grado allora di distinguere fra gli *Anopheles maculipennis* presenti in Italia, cinque varietà riconoscibili per i diversi caratteri delle ova (⁸):

- A. maculipennis* tipo;
- A. maculipennis labbranchiae*;
- A. maculipennis messeae*;
- A. maculipennis atroparvus*;
- A. maculipennis elutus*.

L'anno successivo (1933) io notai in Ardea la presenza dell'*A. maculipennis* dalle ova nere, che presentava un colore più scuro dell'*A. maculipennis labbranchiae*, con grandezza maggiore delle ali ed un maggior numero di dentelli mascellari. Martini suggerì per questa varietà di *Anopheles* il nome di *A. maculipennis melanoon*.

Riporto i caratteri distintivi fondamentali della varietà studiate:

1. - *A. maculipennis elutus*. — Frangia dell'ala, uniformemente oscura. Macchie dell'ala, poco evidenti. Torace di colore uniforme. Lati dello scutum non più oscuri della parte mediana. Galleggianti dell'uovo assenti o, tutt'al più, poco più larghi della frangia. Superficie superiore d'un grigio brinato (frosty) senza macchie nere. Nella larva, la setola n. 1 del secondo segmento addominale è talvolta palmata; setola antepalmata del

quarto e del quinto segmento con nove a dieci rami. Spina esterna dell'harpago acuta o ottusa.

2. - *A. maculipennis tipo*. — Superficie superiore dell'uovo chiara con due fasce trasversali oscure al livello delle estremità dei galleggianti.

Zone chiare piuttosto brinate (frosty). Spazi intercostali dei galleggianti con sottili strie trasversali o reticolate che si estendono fino sulla superficie superiore.

(Nella larva, la setola n. 1 del secondo segmento è in forma di setola palmata imperfettamente sviluppata (foliole appiattite in numero non superiore di quattro o cinque al massimo). Setole antepalmate del quarto e del quinto segmento con circa sette rami. Spina esterna dell'harpago sempre ottusa e corta, spesso unica).

3. - *A. maculipennis messeae*. — Superficie superiore dell'uovo con numerose zone oscure, oltre alle fasce oscure; zone chiare opache. Spazio intercostale con grosse strie trasversali o grossolanamente reticolate che si estendono fin sulla superficie superiore.

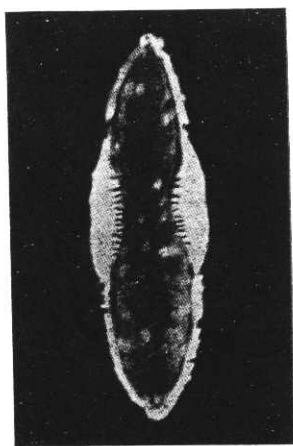
(Nella larva, la setola n. 1 del secondo segmento è molto spesso solamente ramificata, ma frequentemente sotto forma di setola palmata più o meno bene sviluppata. Setola antepalmata con circa otto rami. Spina esterna dell'harpago spesso ottusa e spesso unica).

4. - *A. maculipennis melanoon*. — Uovo del tutto o quasi del tutto nero. Spazio intercostale ordinariamente senza strie trasversali o reticoli.

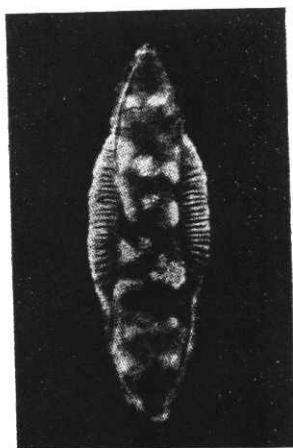
(Nella larva, setola n. 1 del secondo segmento e setole antepalmate del quarto e del quinto segmento come nel *messeae*. Spina esterna dell'harpago come nel *messeae*).

5. - *A. maculipennis atroparvus*. — Macchie cuneiformi oscure oblique con la base rivolta ai margini dell'uovo e la punta acuta diretta verso la linea mediana, che talvolta giungono a fondersi a traverso l'uovo, formando delle fasce irregolarmente situate, ma in questo caso, oblique e senza rapporto con i galleggianti. Le zone chiare non hanno aspetto brinato (frosty). Aspetto superiore delle calumellae stellato con un punto nero nel centro. Spazio intercostale liscio (particolarmente alla superficie superiore) con qualche stria trasversale verso le estremità.

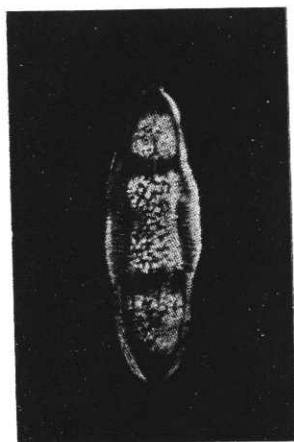
(Nella larva, la setola n. 1 del secondo segmento è spesso chiaramente palmata, mai piliforme. Setola antepalmata del quarto e del quinto



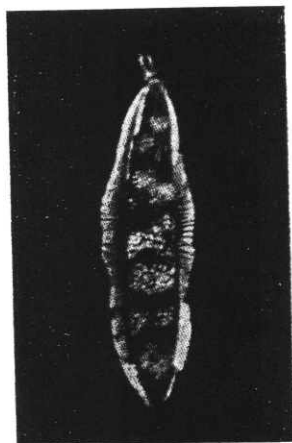
1



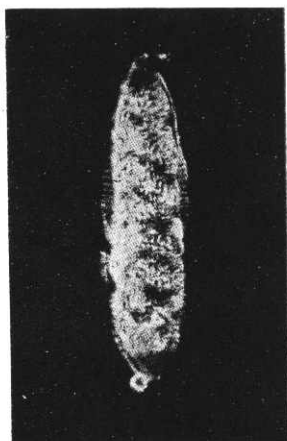
2



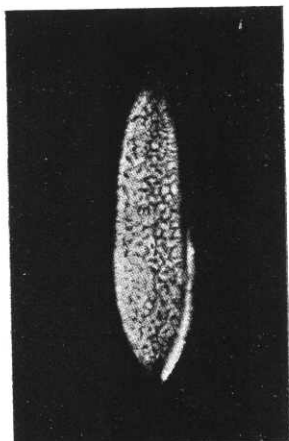
3



4



5



6

1. *A. maculipennis melanoon*. — 2. *A. maculipennis messeae*. — 3. *A. maculipennis tipicus*. — 4. *A. maculipennis atroparvus*. — 5. *A. maculipennis labranchiae*. — 6. *A. maculipennis elutus*.

segmento d'ordinario con quattro a sei rami e sempre meno di nove. Spina esterna dell'harpago sempre molto acuta. Rarissimamente unica).

6. - *A. maculipennis labranchiae*. — Macchie oscure cuneiformi poco numerose e corte. Zone chiare brinate (frosty) come nell'*elutus*. Aspetto superiore delle columellae irregolare di forma e grandezza, senza nessun punto centrale o tutt'al più con una macchia oscura poco evidente. Spazio intercostale sempre ricoperto d'una fitta rete di strie sottili.

(Nella larva, la setola n. 1 del secondo segmento è quasi sempre bene sviluppata, mai piliforme. Setola antepalmata del quarto e del quinto segmento d'ordinario con quattro a sei rami e sempre meno di nove).

Spina esterna dell'harpago sempre acuta, unica o doppia.

Le nostre indagini avevano rivelato che la presenza delle singole varietà di *A. maculipennis* in un'area determinata era in rapporto sopra tutto coi caratteri dei focolai larvali e col clima della regione. Successivamente ho cercato di precisare queste conoscenze che non posso ancora dichiarare complete.

Recenti ricerche compiute nel mio Laboratorio hanno messo in evidenza che l'*optimum* di temperatura per lo sviluppo larvale differisce per le singole varietà (¹).

Mosna (²), studiando l'influenza della temperatura costante ed alternata sulla durata della vita larvale ha difatti messo in evidenza che per lo sviluppo dell'*A. maculipennis labranchiae* l'*optimum* è rappresentato da una temperatura alternata fra 25-35°, mentre per lo sviluppo larvale dell'*A. maculipennis atroparvus*, l'*optimum* è rappresentato da una temperatura alternata più bassa e precisamente fra 25-30°.

D'altro canto le nostre ricerche sul campo ci avevano dimostrato che l'*A. maculipennis atroparvus* è una zanzara del Nord Europa, mentre l'*A. maculipennis labranchiae* è diffuso soltanto nella parte Sud del bacino occidentale del Mediterraneo. Si trova qualche esemplare di *A. maculipennis atroparvus* nel sud d'Italia, che si sviluppa in acqua leggermente salmastra o in zone collinose, ma non si trova mai una popolazione numerosa di questa varietà.

Tanto l'*A. maculipennis labranchiae* che l'*A. maculipennis atroparvus* si sviluppano nelle acque leggermente salmastre; ciò non vuol dire che queste varietà di anofeli preferiscano le acque salmastre (0,5-5 %),

ma che sono più tolleranti di questo carattere dell'acqua delle altre varietà che si contendono il dominio di quell'area.

L'*A. maculipennis elutus* può definirsi la zanzara del bacino orientale del Mediterraneo; si sviluppa dalla Palestina alle Alpi, ma mentre in Palestina può svilupparsi in acqua dolce, in Italia, invece, si sviluppa solo nelle acque salmastre (5-15 %) che impediscono lo sviluppo delle altre varietà di *Anopheles maculipennis*. L'*A. elutus* è pertanto assai più tollerante delle condizioni della temperatura e della salinità dell'acqua dell'*A. maculipennis labranchiae*.

L'*A. maculipennis tipo* è la varietà che più si adatta alle condizioni climatiche e perciò la sua area di sviluppo si estende a tutta l'Europa, dal Sud d'Italia alla penisola scandinava. Rappresenta la varietà delle acque dolci limpide e perciò vediamo estendere il suo dominio in ogni area, ove con le opere di bonifica si elimina la salinità del suolo.

L'*A. maculipennis messeae* e l'*A. maculipennis melanoon* sono varietà delle acque dolci dei climi temperati; si diradano verso il sud d'Italia mentre abbondano nell'Italia del nord.

GRADO DI ASSOCIAZIONE DELLE VARIETÀ DI *A. maculipennis* CON L'UOMO.

Tutte le varietà di *Anopheles maculipennis* preferiscono alimentarsi sul bestiame, se non che, mentre l'*A. maculipennis tipo* ha una vera ripugnanza per l'uomo, l'*A. maculipennis messeae* e l'*A. maculipennis melanoon*, invece, possono pungere qualche volta l'uomo; in natura troviamo a Massarosa l'1:400 con sangue umano ed in captività queste varietà pungono generalmente l'uomo.

L'*A. maculipennis atroparvus* è a sua volta una zanzara che preferisce di alimentarsi sul bestiame, ma la sua esistenza è più strettamente legata alle condizioni climatiche del biotopo dell'adulto, per cui in alcune regioni si trova una percentuale cospicua di *A. maculipennis atroparvus* nelle abitazioni dell'uomo, ove finisce col nutrirsi a spese di quest'ultimo.

L'*A. maculipennis labranchiae*, è più tollerante delle condizioni del microclima, vive in gran numero associato al bestiame (70 %), ma punge indifferentemente l'uomo ed il bestiame; l'*A. maculipennis elutus* vive associato all'uomo ma in grado ancora maggiore dell'*A. maculipennis labranchiae*.

RAPPORTO FRA L'AREA DI DISTRIBUZIONE DELLE VARIE RAZZE
DI *A. maculipennis* E QUELLA DELLA MALARIA.

Come ho detto, per diffondere la malaria occorrono ripetuti contatti fra l'*Anopheles* e l'uomo; ne deriva che soltanto quelle razze che pungono sotto qualsiasi condizione ambientale riescono a trasmettere la malaria, mentre le altre razze che pungono con più costanza il bestiame, possono solo eccezionalmente mantenere una tenue endemia malarica. Difatti, siccome per trasmettere la malaria è necessario che l'*Anopheles* punga almeno due volte l'uomo alla distanza di almeno dieci giorni, si comprende che questa coincidenza si verifica difficilmente quando gli anofeli siano indotti a ricercare il loro nutrimento di preferenza sul bestiame.

Perciò noi non troviamo mai malaria nelle aree di distribuzione dell'*A. maculipennis tipo* quando non siano presenti altre varietà.

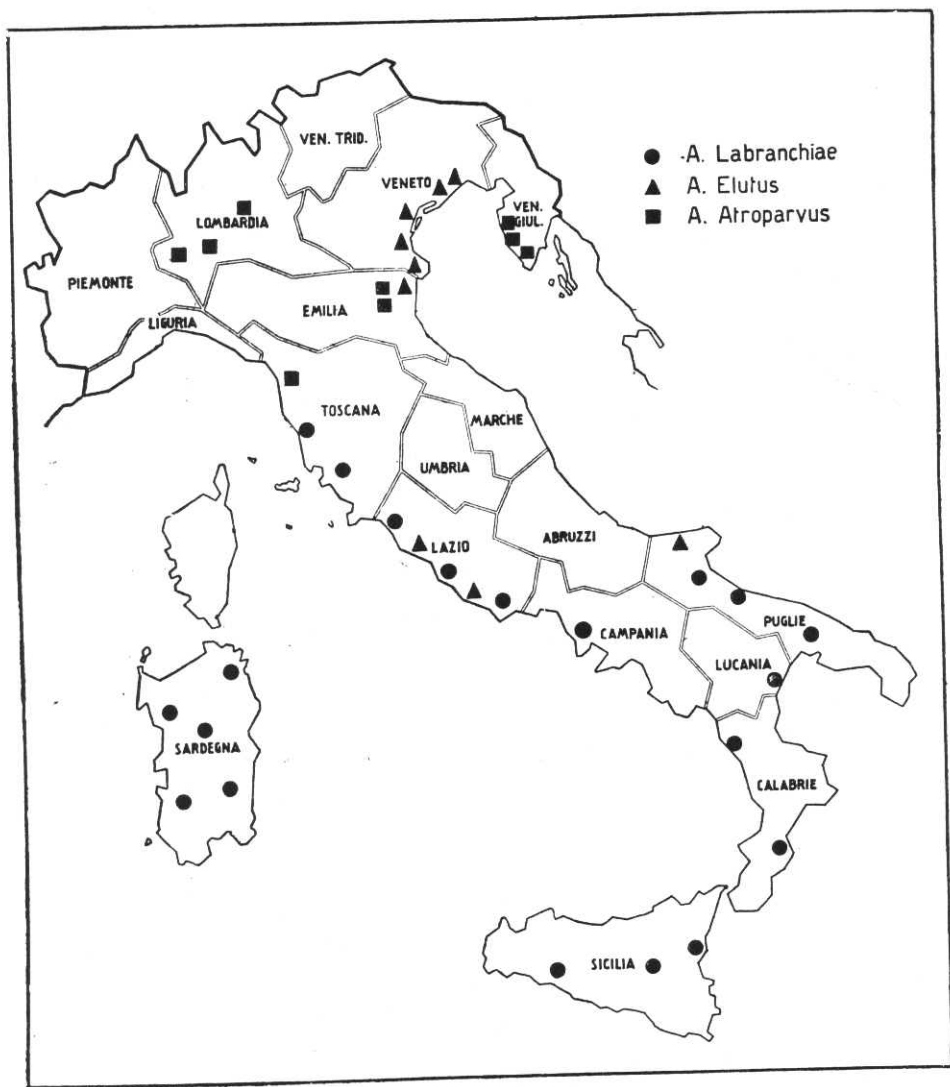
Nelle regioni dove prevale l'*A. maculipennis messeae* non si trova, di regola, la malaria allo stato endemico. Se — come avvenne dopo la grande guerra — si ha l'immissione di una cospicua quantità di portatori di gametociti di Plasmodi malarigeni nell'area di distribuzione dell'*A. maculipennis messeae*, può determinarsi la trasmissione della malaria che non permane allo stato endemico.

Sappiamo, difatti, che l'afflusso di una grande quantità di individui, non appartenenti ad una data biocenosi, che si verifichi una volta tanto o ad intervalli sufficientemente lunghi, non turba in modo permanente l'equilibrio della biocenosi stessa.

Si può concludere che la percentuale di *A. maculipennis* che punge l'uomo è troppo tenue per mantenere la malaria allo stato endemico in un'area determinata se non intervengono immissioni di portatori di gametociti dall'esterno.

L'*A. maculipennis atroparvus* può essere vettore di malaria in quelle regioni in cui, o per causa delle condizioni microclimatiche dei ricoveri dell'uomo e del bestiame o per l'assenza di ricoveri pel bestiame, sia condotto a vivere a contatto dell'uomo. Abbiamo così vaste aree con una

popolazione ricchissima di *A. maculipennis atroparvus* (Jolanda di Savoia) senza malaria, mentre in Lombardia, un minor numero di *A. maculipennis atroparvus* mantiene la malaria allo stato di lieve endemia.



Non ho mai notato una località dove si trovi la presenza di *A. maculipennis labbranchiae* e di *maculipennis elutus* senza coesistenza della malaria allo stato endemico più o meno grave a seconda della diffusione di queste varietà.

Confrontando l'area di diffusione della malaria in Italia si osserva che nell'Italia centrale e meridionale coincide esattamente con l'area di diffusione dell'*A. maculipennis labranchiae*.



Recenti ricerche nel Veneto e nell'Emilia hanno dimostrato che la malaria è diffusa nelle zone litoranee con acqua salmastra dove trova condizioni propizie di sviluppo l'*A. maculipennis elutus*. In Lombardia, come ho già accennato, una tenue endemia malarica è mantenuta dall'*A. maculipennis atroparvus*.

LE BONIFICHE ITALIANE E LA REGRESSIONE DELLA MALARIA.

Si è a lungo discusso per quali vie le bonifiche italiane conducevano al risanamento delle regioni dove erano praticate, poichè il numero degli anofeli rimaneva sempre superiore nelle terre risanate di quello esistente nelle terre malariche. Attualmente noi siamo in grado di rivelare questo fenomeno.

Noi conosciamo i seguenti metodi di risanamento delle zone malariche:

I. - Uno dei metodi più antichi, a noi pervenuto dai Romani attraverso il Medio Evo, è rappresentato dall'aumentare la salinità delle acque delle paludi costiere facendole comunicare col mare. Si ottiene così una concentrazione salina superiore al 15 ‰, ciò che rende impossibile lo sviluppo delle varietà malarifere dell'*Anopheles maculipennis*. Ne è un chiaro esempio la Laguna veneta.

II. - Nel Medio Evo fu ripetutamente osservato che la malaria era particolarmente grave ove le acque salse si mescolavano alle acque dolci, per cui nel 1740 il matematico Zendrini suggerì delle porte a bilico da collocarsi nei canali provenienti dalle paludi costiere. Queste porte si aprivano quando aumentava il livello dell'acqua nei canali e si chiudevano quando diminuiva, per impedire che le acque salse del mare defluissero e si mescolassero alle acque dolci delle paludi. Furono così risanate vaste zone nel Veneto e nella Toscana, nelle quali non fu possibile a noi di svelare che tenui tracce di cloruri. Si comprende perciò come attualmente in queste regioni prevalga l'*A. maculipennis tipo* e l'*A. maculipennis melanoon* e che la malaria sia scomparsa.

III. - Fino dal 1600 Torricelli, che era stato assunto dalla Casa Medici in qualità di matematico, raccomandò le colmate per mezzo di detriti alluvionali portati dai fiumi: in tale maniera il fondo salmastro delle paludi veniva ricoperto di un alto strato di « humus » (2-4-metri), alla cui superficie si raccoglievano acque dolci piovane eliminando così l'habitat favorevole allo sviluppo dell'*A. maculipennis labbranchiae* e dell'*A. maculipennis elutus*. A queste varietà si sostituiva l'*A. maculipennis messeae* e l'*A. maculipennis tipo* nel nord d'Italia e l'*A. maculipennis tipo* nel sud d'Italia e così la malaria scompariva.

IV. - Uno dei mezzi più comuni di bonifica delle paludi è costituito dal loro prosciugamento, per scolo meccanico o naturale, che non è mai completo perchè rimane sempre una vasta superficie idrica costituita dai canali di drenaggio.

Io ho studiato sopra tutto il risanamento ottenuto con questo mezzo. Le bonifiche per colmata si compiono lentamente, spesso nel periodo di decine di anni, per cui non ho potuto seguire il cambiamento della fauna anofelica nelle regioni così bonificate.

Nelle terre prosciugate spontaneamente o con mezzi meccanici si ha una continua asportazione di cloruri dalla superficie del terreno, per cui le acque, che prima erano salmastre, finiscono per contenere solo tenui quantità di cloruri, divenendo così un habitat favorevole sopra tutto per l'*A. maculipennis tipo* e l'*A. maculipennis messeae*. Naturalmente questa operazione di lavaggio è facilitata dalla irrigazione e perciò stiamo assistendo a Maccarese — presso Roma — località bene irrigata, alla rapida sostituzione dell'*A. maculipennis labbranchiae* con l'*A. maculipennis messeae* e l'*A. maculipennis tipo*.

Uno studio accurato, compiuto per mio suggerimento nell'Agro Pontino dal Laboratorio provinciale d'igiene, ha rivelato che quivi permane ovunque acqua leggermente salmastra e nello stesso tempo l'*A. maculipennis labbranchiae* mantiene il suo predominio.

Lo sviluppo della irrigazione ed il successivo lavaggio dei terreni condurrà anche qui agli stessi benefici risultati delle regioni limitrofe di Maccarese.

Nel Veneto ho fatto compiere analoghe ricerche e si è osservato che la quantità di *A. maculipennis elutus* è inversamente proporzionale al grado di bonifica; questa zanzara si ritrova in abbondanza nelle zone con bonifica appena iniziata, mentre si ha una progressiva diminuzione di essa, fino alla scomparsa totale, nelle zone di bonifica più progredita.

Studiando il contenuto in cloruro sodico delle acque delle varie zone, si è osservato che l'*A. maculipennis elutus* e quindi la malaria, scompaiono nelle zone con bonifica più progredita, ove l'acqua contiene appena delle tracce di cloruri. Contemporaneamente si osserva nelle zone di bonifica progredita una popolazione anofelica costituita prevalentemente da *A. maculipennis tipo* e da scarsi individui di *A. maculipennis messeae*.

Alcuni discutono come una razza possa sostituirsi ad un'altra, ma allo stato attuale delle nostre conoscenze biologiche, io non vedo questo fenomeno di difficile interpretazione. Stabilito che ogni varietà di *Anopheles maculipennis* esige per il suo sviluppo determinate caratteristiche fisico-chimiche dell'acqua, è evidente che ogni varietà si svilupperà in quelle aree dove trova l'optimum delle condizioni necessarie al suo sviluppo. Ciò che avviene per le varietà degli anofeli nelle bonifiche italiane non è che un caso particolare, a noi oggi ben conosciuto, di ciò che succede per le altre specie appartenenti alla fauna ed alla flora delle paludi dopo le opere di bonifica.

Durante i lavori delle Bonifiche Pontine compiuti di recente, noi abbiamo visto, per esempio, scomparire le felci dai terreni acidi, resi alcalini dalle pratiche agricole, ed al posto loro comparire alcune graminacee; abbiamo veduto scomparire molti uccelli acquatici e le terre prosciugate invase da numerose specie di passeracei; abbiamo osservato la scomparsa delle cavallette e svilupparsi la mosca domestica in gran quantità; così, quando l'habitat larvale sarà mutato, vedremo senza meraviglia l'*A. maculipennis tipo* occupare le aree di sviluppo diventate propizie per questa varietà.

RIASSUNTO

Dalle indagini sulla malaria nelle varie epoche storiche e dallo studio della regressione della malaria nelle aree di recente bonificate, l'A. arriva alla deduzione che la diffusione di questa malattia non è in rapporto con l'estensione dei focolai larvali ma con determinate condizioni del suolo che si verificano nelle aree incolte. Egli emette l'ipotesi che dovevano esistere almeno due razze di *Anopheles maculipennis*: una schietamente antropofila, comune nei paesi malarici e l'altra che vive associata al bestiame. La diffusione della malaria doveva essere determinata da quella varietà di *A. maculipennis* che di regola punge l'uomo più volte successivamente, ed i caratteri dei focolai larvali dovevano determinare la prevalenza dell'una o dell'altra razza di *A. maculipennis*.

Le ricerche indirizzate in tal senso condussero a scoprire delle razze di *A. maculipennis* con caratteri biologici differenti e che la presenza

delle singole varietà in una determinata area è in rapporto coi caratteri dei focolai larvali e col clima delle regioni. Venivano, così, scoperte le cause che conducono alla regressione della malaria nei paesi bonificati.

Roma. — Istituto di Sanità Pubblica - Lab. di Malariologia.

BIBLIOGRAFIA

- (¹) VAN THIEL P. H. - Bull. Soc. Path. Exot., Séance 13 avr., p. 389 (1927).
(²) GRASSI G. B. - « Nuovo orizzonte nella lotta antimalarica » Memoria preliminare - Riv. di Biologia, Roma (1921).
(³) GOSIO B. e MISSIROLI A. - « L'indirizzo scientifico nella profilassi ». Dal vol.: Organizzazioni Antimalariche alla luce delle nuove dottrine - Direzione Generale di Sanità Pubblica, p. 55 (1925).
(⁴) MISSIROLI A. e HACKETT L. W. - « La regressione spontanea della malaria in alcune regioni d'Italia » - Riv. Malariol., vol. 6 (1927).
(⁵) MISSIROLI A. - « Le grandi bonifiche nei riguardi della biologia e dell'Igiene » (Comunicazione II Congr. Intern. di Malariologia, Algeri) - Riv. Malariol., Suppl. 1930.
(⁶) MARTINI E., MISSIROLI A., HACKETT L. W. - « Versuche zum Rassenproblem des *Anopheles maculipennis* » - Arch. f. Schiff- u. Tropenhyg., 35, 622-643 (1931).
(⁷) THORPE W. H. - « Biological races in insects and allied groups » - Biolog. Rev., 3, 177 (1930).
(⁸) MISSIROLI A., HACKETT L. W., MARTINI E. - « Le razze di *Anopheles maculipennis* e la loro importanza nella distribuzione della malaria in alcune regioni di Europa » - Riv. Malariol., vol. 12° (1933).
(⁹) MOSNA E. - « Sulle caratteristiche termiche dei focolai di *Anopheles maculipennis* » - Riv. di Parassitol., 1, 139 (1937).
-
-
-