

ENRICO DE LILLO

Istituto di Entomologia Agraria, Università degli Studi di Bari

Siteroptes avenae* (Müller) (Acari Siteroptidae) e *Fusarium* spp. (Hyphomycetes Tuberculariaceae)

ABSTRACT

SITEROPTES AVENAE (MÜLLER) (ACARI SITEROPTIDAE) AND *FUSARIUM* SPP.
(HYPHOMYCETES TUBERCULARIACEAE)

Siteroptes avenae (Müller) has been collected from wheat (*Triticum durum* Desf. and *T. aestivum* L.) in Mezzolara (BO) and Panocchia (PR) (Northern Italy). The species is reported for the first time in Italy. Laboratory trials have shown that it can feed and reproduce on pure culture of *Fusarium culmorum* Smith and *F. poae* (Peck); moreover it has been ascertained that the mite is able to disperse passively *F. poae*, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. and *Harzia acremoniooides* (Harz.) not only on the body surface but also inside the female sporotegae.

Key words: fungus-mite inter-relationships, mite rearing, fungal dispersal, sporotegae.

INTRODUZIONE

La micofagia è estremamente diffusa tra gli acari. Essa è stata principalmente studiata negli acari dei magazzini i quali sono responsabili anche della diffusione di numerosi funghi (SINHA, 1964; GURNEY & HUSSEY, 1967; WICHT & SNETSINGER, 1971; DOUGLAS & HART, 1989; HART & DOUGLAS, 1991; ecc.). Indagini sulle modalità di dispersione di questi funghi, tra i quali molti fitopatogeni, hanno evidenziato l'intervento degli acari soprattutto con un meccanismo di trasporto di ife, spore, conidi che aderiscono alla superficie del corpo e delle appendici. Questa azione è favorita dalle numerose setole del corpo che possono trattenere molto bene qualunque elemento di propagazione. Meccanismi più fini sono stati dimostrati nel caso di alcuni Astigmata (DOUGLAS & HART, 1989) e strette associazioni tra *Siteroptes* spp. e funghi *Fusarium* spp. e *Nigrospora oryzae* (Berk. & Br.) sono state descritte e interpretate come fenomeni di simbiosi (PETRI, 1927; COOPER, 1940; PEYRONEL, 1950;

* Ricerca parzialmente finanziata con contributo del C.N.R.

LAEMMLEN & HALL, 1973; BENG *et al.*, 1979; SU *et al.*, 1981; ecc.). In particolare, COOPER (1940) ha verificato l'importanza di *Siteroptes avenae* (Müller) (Siteroptidae) nella trasmissione di *F. poae* (Peck) su piantine di garofano ritenendo l'acaro anche responsabile delle lesioni necessarie all'inoculazione del patogeno nei tessuti vegetali. Più recentemente, KEMP *et al.* (1996) hanno dimostrato l'implicazione di *S. avenae* nella diffusione di *F. poae* anche su frumento.

Nella dispersione passiva dei funghi, oltre alla superficie corporea e alle appendici degli acari, sembrano fortemente implicate anche introflessioni tegumentali ventrali ("sporoteche" secondo SUSKI, 1973) possedute da alcuni Tarsonemina. In queste sporoteche si verifica l'accumulo temporaneo di unità di propagazione fungine, ma nessuna esperienza ha dimostrato la specificità dei funghi ivi accumulati. Tra i funghi fitopatogeni si ritiene probabile la conservazione e il trasporto di *Botrytis* spp., *Fusarium* spp. e *Nigrospora* spp. (LINDQUIST, 1985).

Comunemente i *Fusarium* colonizzano le parti epigee o quelle ipogee delle piante e, comportandosi come invasori primari o secondari, sono tra le più importanti crittogame parassite delle piante. Sui cereali, in particolare, sono responsabili di perdite qualitative e quantitative causando malattie note come "mal del piede" e "fusariosi delle spighe" (PANCALDI & ALBERTI, 1995). Inoltre, molte specie producono tossine attive sull'uomo e su gli altri animali (NELSON *et al.*, 1983).

Appare evidente come la conoscenza dei fattori che possono favorire l'insediamento e lo sviluppo dei *Fusarium* possa fornire elementi per la migliore comprensione degli ecosistemi agrari e, di conseguenza, offrire un contributo alla scelta delle più idonee strategie di difesa. Pertanto, la presente ricerca ha lo scopo di accertare sperimentalmente la capacità di *S. avenae* di diffondere i *Fusarium* spp. associati al frumento mediante le sporoteche e confermare che l'acaro è in grado di alimentarsi e riprodursi sul micelio di alcuni di questi funghi.

MATERIALI E METODI

- CAMPIONAMENTO E STUDIO MORFOLOGICO

Campioni casuali di piante di frumento duro (*Triticum durum* Desf.) e tenero (*T. aestivum* L.), comprese le radici e la terra aderente a queste, sono state raccolte in varie località della Puglia (Gravina in Puglia, Foggia, Candela) e dell'Emilia Romagna (S. Andrea Bagni, Reggio Emilia, Fiorenzuola, S. Pancrazio, Bentivoglio, Cadriano, Baricella, Guarda Ferrarese, Panocchia, Mezzolara) da marzo a fine giugno 1995.

In laboratorio, i campioni sono stati divisi nella porzione epigea (foglie, culmo e spighe) e in quella ipogea (radici fino alla zona del colletto e la terra aderente a queste). Una parte di ogni campione è stata introdotta negli imbuto separatori del tipo Berlese-Tulgreen (BERLESE, 1905; AUERBACH & CROSSLEY, 1960); gli individui sono stati conservati nella soluzione di Oudemans (KRANTZ, 1978) e utilizzati per lo studio e identificazione. Una parte di ogni campione è stata conservata per la raccolta di individui vivi da destinare alle prove successive.

Lo studio ha riguardato esclusivamente gli acari del genere *Siteroptes*. I preparati sono stati allestiti secondo le usuali metodologie (KRANTZ, 1978), esaminati con il microscopio luce a contrasto di fase Dialux della Leitz e fotografati con il microscopio luce a contrasto di fase Zeiss III. Fotografie di individui vivi sono state effettuate con uno stereomicroscopio Zeiss SRC.

Per le osservazioni al microscopio elettronico a scansione, individui vivi sono stati uccisi con vapori di etere etilico, prontamente esaminati e fotografati con uno Stereoscan S100 della Cambridge Instruments a 5 kV di potenziale di accelerazione.

Per la identificazione della specie si sono utilizzate le chiavi e le descrizioni riportate da SUSKI (1973) e KALISZEWSKI (1987)¹.

- PROVE DI DISPERSIONE DI FUNGHI

Individui vivi di *S. avenae* sono stati immersi in una soluzione all'1% (test I) o al 2% (test II) o al 5% (test III) o al 10% (test IV) di ipoclorito di sodio per almeno 2 minuti, per disinfettare la superficie del corpo (VAN DE LUSTGRAAF, 1978), sono stati poi lavati in acqua sterile per circa 2 minuti e successivamente trasportati in capsule Petri di 10 cm di diametro su un substrato sterile di patate-destrosio-agar (PDA). Sono state eseguite 3 ripetizioni con 5 individui per capsula per ogni concentrazione di ipoclorito di sodio.

Nel test I gli acari sono stati raccolti da culmo, spighe e rizosfera del campione del 27.06.1995 prelevato a Mezzolara; nei test II-IV sono stati utilizzati acari provenienti da allevamenti di laboratorio su *F. poae*.

- PROVE DI ALIMENTAZIONE DI *S. AVENAE* SU *FUSARIUM CULMORUM* SMITH E SU *HARZIA ACREMONIOIDES* (HARZ.)

Esemplari vivi di *S. avenae* raccolti dalla parte epigea del campione raccolto a Mezzolara il 09.06.1995 sono stati trasferiti direttamente su coltura

¹ Sembra opportuno rilevare che la chiave per l'identificazione del maschio di *S. avenae* predisposta da KALISZEWSKI necessita di una correzione al punto 6 che da "*Setae v1, v2 and c1 more than TWICE as long as seta f*" dovrebbe invece essere "*Setae v1, v2 and c1 more than HALF as long as seta f*" (LINDQUIST, com. pers.).

pura di *F. culmorum* (test V) su PDA in capsule da 4,5 cm di diametro. Sono state eseguite 4 ripetizioni con 2 individui per capsula.

Sono state adottate le stesse modalità del test II con un substrato sterile di agar-acqua (AA) (test VI) e coltura pura di *F. culmorum* (test VII) e *H. acremonioides* (test VIII) su PDA. Le colture pure sono state ottenute mediante inoculazione dei funghi da colture di laboratorio una settimana prima del trasferimento degli acari. Gli acari sono stati prelevati dagli allevamenti ottenuti nel test I. Sono state eseguite 3 ripetizioni con 5 individui per capsula.

In tutte le prove: a ogni trasferimento degli acari sui substrati gli aghi sono stati sterilizzati per evitare inquinamenti; si è aggiunta una gocciolina di Tween 80 all'ipoclorito di sodio per migliorare la bagnabilità degli esemplari, l'efficacia del disinfettante e la rimozione di unità di propagazione aderenti alla superficie del corpo; sono stati trasferiti solo individui rimasti vivi dopo questo trattamento e dopo il successivo lavaggio in acqua; le capsule sono state sigillate con parafilm per evitare inquinamenti da altri acari o funghi; le capsule sono state tenute alla temperatura dell'ambiente di laboratorio (intorno ai 25°C).

OSSERVAZIONI

S. avenae (figg. 1-4) è stato raccolto il 09.06.1995 a Mezzolara (BO) dalla porzione epigea di frumento tenero della var. Eridano, a Panocchia (PR) dalla porzione ipogea di frumento duro della var. Simeto, e il 27.06.1995 a Mezzolara (BO) da spighe della var. Eridano.

Dalle spighe di quest'ultimo campione sono stati isolati il *F. culmorum* e il *F. avenaceum* (Fr.) Sacc.

- STUDIO MORFOLOGICO

S. avenae possiede sporoteche pari (figg. 5-6), situate anteriormente alla base delle zampe del terzo paio, profondamente invaginate, a forma di sacche, con pareti poco evidenti al microscopio luce a contrasto di fase. Le teche sono risultate lunghe 16-23 μm (misure rilevate su 36 esemplari) e con larghezza massima di 6-9 μm .

Sono state esaminate femmine vive raccolte dal campione del 27.06.1995, dagli allevamenti su *F. poae* e su *F. culmorum*, e femmine morte prelevate dagli allevamenti su *F. poae*; sono stati contati gli esemplari con almeno un elemento fungino all'interno delle sporoteche e il numero di unità di propagazione trasportate da una singola femmina (tab. 1).

Tabella 1 - Quadro riassuntivo delle osservazioni al microscopio luce su femmine di *S. avenae*.

	♀♀ vive dal campione del 27.06.1995	♀♀ vive da <i>F. poae</i>	♀♀ morte da <i>F. poae</i>	♀♀ vive da <i>F. culmorum</i>
n. ♀♀ osservate	38	35	31	55
n. ♀♀ con sporoteche piene	33	5	14	52
n. massimo di elementi/♀	13	6	14	14
n. medio di elementi/♀	7,1	2,8	6,1	7,1

Le unità di propagazione individuate nelle sporoteche dei vari esemplari esaminati presentavano forma sferoidale od ovoidale, talvolta con rilievo a una estremità; queste avevano lunghezza variabile da 4 a 9 µm. Non sono mai stati osservati conidi settati.

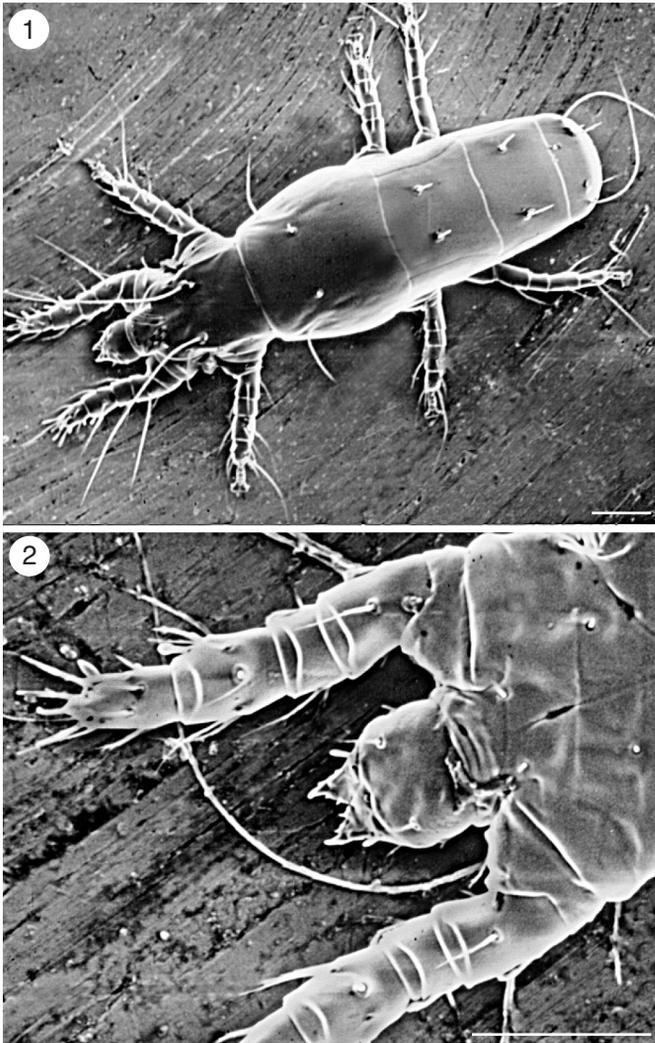
La variazione di turgore del corpo sembra implicata nei meccanismi di introduzione ed estrusione delle unità di propagazione fungina nelle sporoteche. A riguardo gli esemplari da noi osservati avevano sempre entrambe le teche o estruse all'esterno del corpo (fig. 7) o tenute all'interno del corpo.

- PROVE DI DISPERSIONE DI FUNGHI

I risultati dei test eseguiti sono riportati in tabella 2.

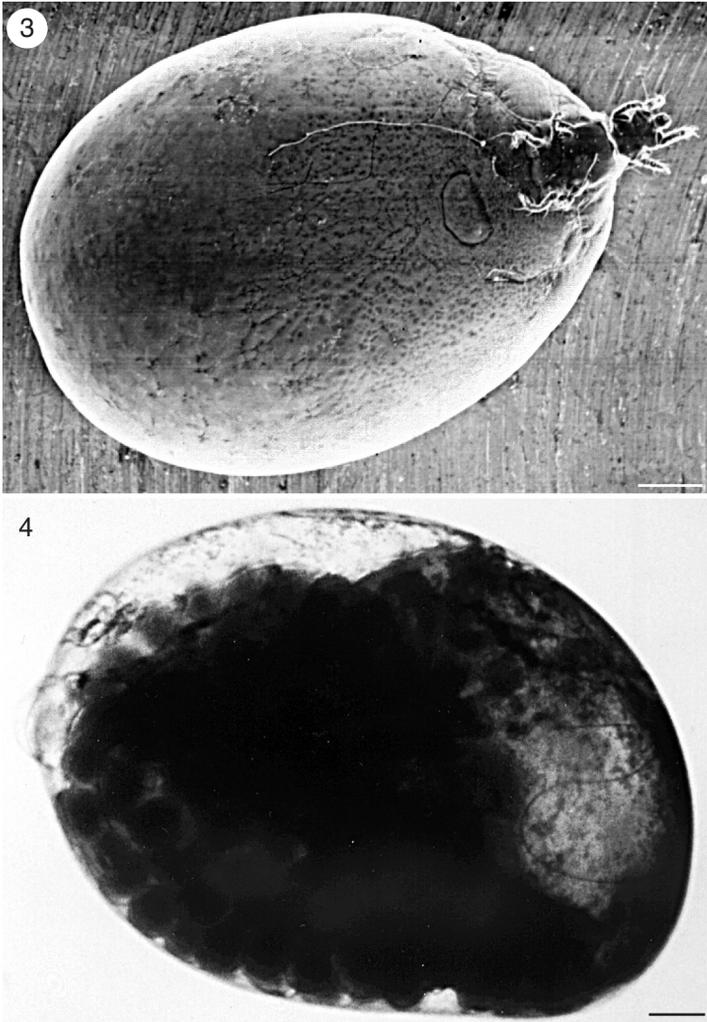
Tabella 2 - Risultati delle prove di dispersione dei funghi e di alimentazione di *S. avenae*. Simboli: + l'acaro ha dato progenie, - l'acaro non ha dato progenie.

Test	substrato	% ipoclorito di sodio	fungo	riproduzione di <i>S. avenae</i>
I PDA	1	<i>F. poae</i>	+ <i>F. avenaceum</i> <i>H. acremoniooides</i>	
II	PDA	2	<i>F. poae</i>	+
III	PDA	5	<i>F. poae</i>	+
IV	PDA	10	<i>F. poae</i>	+
V	<i>F. culmorum</i> /PDA	0	<i>F. culmorum</i>	+
VI	AA	2	<i>Fusarium</i> sp.	-
VII	<i>F. culmorum</i> /PDA	2	<i>F. culmorum</i>	+
VIII	<i>H. acremoniooides</i> /PDA	2	<i>H. acremoniooides</i>	-



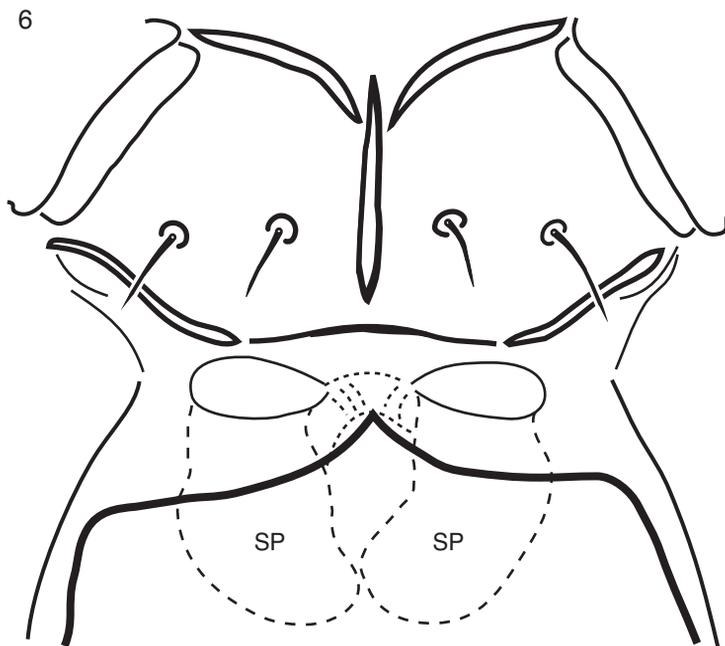
Figg. 1-2 - *Siteroptes avenae* (Müller): micrografia al microscopio elettronico a scansione di 1) femmina preovigera; 2) dettaglio dello gnatosoma e del propodosoma visti ventralmente. Barra = 20 μ m.

Test I - Nelle capsule infestate con acari provenienti da Mezzolara si è sviluppato prevalentemente il *F. poae* e in misura più contenuta il *F. avenaceum* e l'*H. acremonioides*.

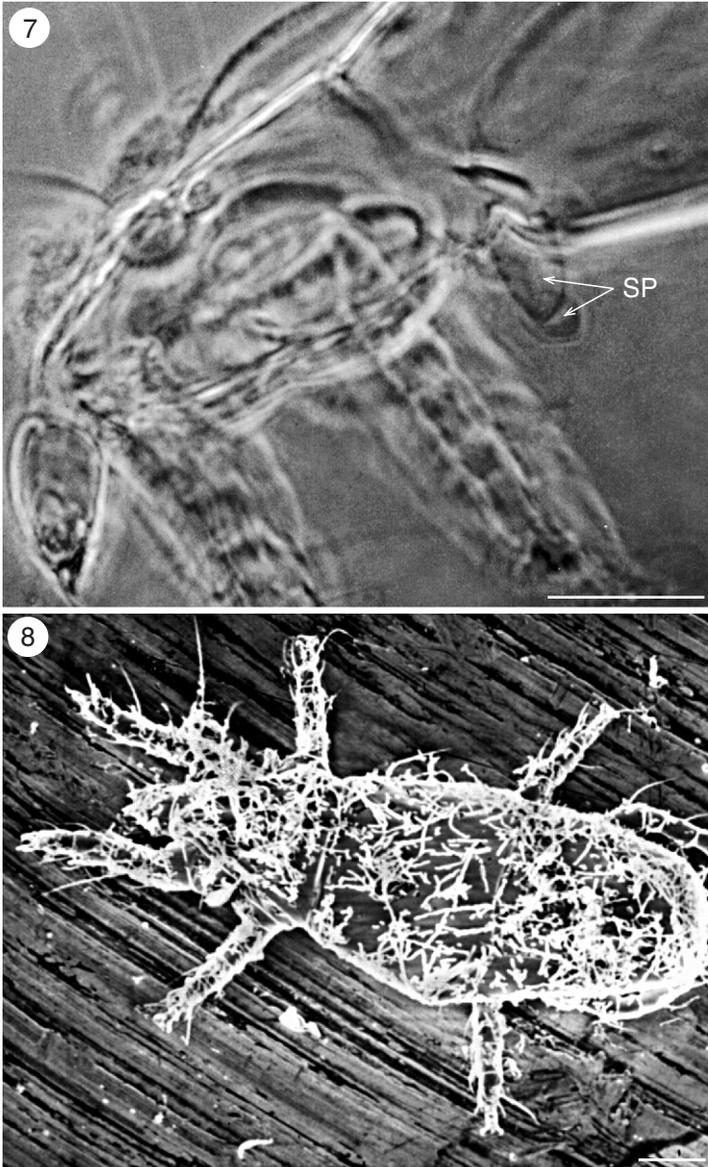


Figg. 3-4 - *Siteroptes avenae* (Müller): micrografia di una femmina ovigera fisogastra 3) al microscopio elettronico a scansione e 4) al microscopio stereoscopico con evidenti uova visibili per trasparenza. Barra = 100 μ m.

Test II, III e IV - In ogni capsula si è verificato lo sviluppo di *F. poae* già dopo una settimana dall'introduzione dell'acaro. Il fungo ha iniziato a svilupparsi in più punti per ciascuna piastra e dopo 20-30 giorni dal trasferimento degli acari si sono osservate le prime femmine fisogastre di *S. avenae* (figg. 3-4).



Figg. 5-6 - *Siteroptes avenae* (Müller): 5) micrografia al microscopio luce a contrasto di fase del dettaglio delle sporoteche piene, 6), disegno semischematico delle sporoteche. Simboli: SP=sporoteca, S=unità di propagazione fungina. Barra = 20 μ m.



Figg. 7-8 - *Siteroptes avenae* (Müller): 7) micrografia al microscopio luce a contrasto di fase del dettaglio delle sporoteche estruse; 8) micrografia al microscopio elettronico a scansione di una femmina preovigera con micelio aderente alla superficie del corpo. Simboli: SP=sporoteche. Barra = 20 μ m.

- PROVE DI ALIMENTAZIONE DI *S. AVENAE* SU *F. CULMORUM* E SU *H. ACREMONIOIDES*

I risultati dei test eseguiti sono riassunti in tabella 2.

Test V e VII - Dopo circa un mese dal trasferimento degli acari, si è osservata una rilevante popolazione di *S. avenae* invadente l'intero micelio.

Test VI - Si è verificato lo sviluppo di *Fusarium* sp. in tutte le ripetizioni ma questo è risultato notevolmente rado. In queste condizioni gli acari trasferiti, dopo aver vagato nella capsula per alcuni giorni, sono morti senza riprodursi.

Test VIII - *S. avenae* non si è riprodotto.

Nei test effettuati su substrato sterile l'acaro ha compiuto sempre numerosi spostamenti, visibili sotto forma di tracce sul substrato, allontanandosi anche considerevolmente dal punto in cui era stato introdotto.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Siteroptes avenae (Müller) viene segnalato per la prima volta in Italia (cfr. BERNINI *et al.*, 1995) e, per il gruppo *Siteroptes* "*cerealium*", si aggiunge a *S. graminisugus* (Hardy) recentemente riportato nell'Italia meridionale (DE LILLO & LA NOTTE, 1995).

Dallo studio delle caratteristiche morfologiche delle sporoteche risulta che un singolo individuo di questa specie è in grado di conservare nelle teche fino a un massimo di 14 unità di propagazione (si sono contate al massimo 8 in una sola teca). Non si è osservata alcuna differenza significativa tra esemplari raccolti in campo ed esemplari allevati su una cultura pura di *F. culmorum* matura e che avesse invaso l'intero substrato di allevamento.

Dalle prove eseguite si può rilevare che *S. avenae*:

1) è in grado di disperdere passivamente *F. poae*, *F. avenaceum* e *H. acremonioides* sia trasportando pezzi di ife sulla superficie del corpo e sulle appendici (fig. 8), sia utilizzando le teche tegumentali ventrali di cui le femmine sono provviste e nelle quali può accumulare conidi e clamidospore. Nelle nostre prove, con la disinfezione mediante ipoclorito di sodio si è impedita la dispersione dei funghi attraverso la superficie del corpo dell'acaro ottenendo comunque lo sviluppo di funghi. In tale condizione, l'unica fonte di inoculo può essere rappresentata solo dalle unità di propagazione contenute nelle sporoteche;

2) si alimenta e riproduce su coltura pura di *F. culmorum* e *F. poae* come riportato per altri *Fusarium* (SUSKI, 1984);

3) non è stato in grado di sopravvivere su *Fusarium* sp. sviluppatosi rado su substrato agar-acqua. In queste condizioni gli acari trasferiti, dopo aver vagato nella capsula per alcuni giorni, sono morti senza riprodursi. Si può ritenere che lo scarso sviluppo vegetativo del fungo abbia limitato quantitativamente e qualitativamente l'alimentazione dell'acaro esercitando una influenza negativa sulla fecondità della specie.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il Prof. F. Casulli, Dipartimento di Protezione delle Piante dalle Malattie, Università di Bari, per aver identificato le specie fungine e aver fornito parte del materiale esaminato, il Dr. D. Pancaldi, Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentari, Università di Bologna, per aver fornito parte del materiale esaminato, e il Dr. E.E. Lindquist, Land & Resources Research Centre, Ottawa, Canada, per la conferma dell'identificazione di *S. avenae*.

RIASSUNTO

L'acaro Siteroptidae *Siteroptes avenae* (Müller), raccolto da campioni di frumento duro (*Triticum durum* Desf.) e tenero (*T. aestivum* L.) prelevati a Mezzolara (BO) e Panocchia (PR), viene per la prima volta segnalato in Italia. Prove di allevamento di questa specie in laboratorio hanno consentito di: confermare la possibilità di alimentarsi e riprodursi su colture pure di *Fusarium culmorum* Smith e *F. poae* (Peck); accertare la dispersione passiva di *F. poae*, *F. avenaceum* e *Harzia acremonioides* (Harz.) mediante le sporoteche di cui le femmine dell'acaro sono provviste.

Parole chiave: allevamento di acari, dispersione dei funghi, sporoteche, simbiosi mutualistica funghi-acari.

BIBLIOGRAFIA

- AUERBACH S.I., CROSSLEY D.A., 1960 - A sampling device for soil microarthropods. *Acarologia*, 2: 279-287.
- BERLESE A., 1905 - Apparecchio per raccogliere presto e in gran numero piccoli artropodi. *Redia*, 2: 85-89.
- BENG G.-Y., SU T.-Z., CHEN S.-D., 1979 - Studies on the bionomics of three Pyemotid mites from Changhai. *Acta Entomol. Sin.*, 21(2): 151-160.
- BERNINI F., CASTAGNOLI M., NANNELLI R., 1995 - Arachnida Acari. In: Minelli A., Ruffo S., La Posta S. (eds.), Checklist delle specie della fauna italiana, 24. Calderini, Bologna, 131 pp.
- COOPER K.W., 1940 - Relations of *Pediculopsis graminum* and *Fusarium poae* to central bud rot of carnations. *Phytopatology*, 30: 853-859.
- DE LILLO E., LA NOTTE P.F., 1995 - Indagine sull'Acarofauna in alcune aree cerealicole di Puglia e Basilicata. *Entomologica*, Bari, 29: 107-134.
- DOUGLAS A.E., HART B.J., 1989 - The significance of the fungus *Aspergillus penicilloides* to the House Dust Mite *Dermatophagoides pteronyssinus*. *Symbiosis*, 7: 105-116.

- GURNEY B., HUSSEY N.W., 1967 - *Pygmephorus* species (Acarina: Pyemotidae) associated with cultivated mushrooms. *Acarologia*, 9: 353-358.
- HART B.J., DOUGLAS A.E., 1991 - The relationship between house-dust mites and fungi. In: Schuster R., Murphy P.W. (eds.), *The Acari. Reproduction, development and life-history strategies*. Chapman & Hall: 319-324.
- KALISZEWSKI M., 1987 - *Siteroptes longisomus* sp. n. from Poland, with remarks on the genus and key to the species (Acari, Pygmephoroidae). *Entomol. Mitt. zool. Mus. Hamburg*, 9, 130: 21-36.
- KEMP G.H.J., PRETORIUS Z.A., WINGFIELD M. J., 1996 - *Fusarium* glume spot of wheat: a newly recorded mite - associated disease in South-Africa. *Plant Dis.*, 80(1): 48-51.
- KRANTZ G.W., 1978 - A manual of Acarology. Oregon State Univ. Book Stores inc., Corvallis, 509 pp.
- LAEMMLEN F.F., HALL D.H., 1973 - Interdependence of a mite, *Siteroptes reniformis*, and a fungus, *Nigrospora oryzae*, in the Nigrospora Lint Rot of Cotton. *Phytopathology*, 63: 308-315.
- LINDQUIST E.E., 1985 - Discovery of sporothecae in adult female *Trochometridium* Cross, with notes on analogous structures in *Siteroptes* Amerling (Acari: Heterostigmata). *Exp. Appl. Acarol.*, 1: 73-85.
- NELSON P.E., TOUSSOUN T.A., MARASAS W.F.O., 1983 - *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. The Pennsylvania State Univ. Press., 193 pp.
- PANCALDI D., ALBERTI L., 1995 - Le principali malattie fungine del frumento. *Inf.re Fito-pat.*, XLV(10): 6-10.
- PETRI L., 1927 - Rassegna dei casi fitopatologici più notevoli osservati nel 1926. *Boll. R. Staz. Pat. Veg.*, VII, 1: 1-45.
- PEYRONEL B., 1950 - Associazione mutualistica fra acari del genere *Pediculopsis* e taluni funghi parassiti delle piante. *Atti Accad. Torino*, 84: 9.
- SINHA R.N., 1964 - Ecological relationships of stored-products mites and seed-borne fungi. *Acarologia*, 6 (suppl.): 372-389.
- SU T.-Z., CHEN X.-D., BENG G.-Y., 1981 - The symbiotic relationship between mites and fungi in the ear rot of grasses. *Acta Phytopat. Sin.*, 11(2): 19-24.
- SUSKI Z.W., 1973 - A revision of *Siteroptes cerealium* (Kirchner) complex (Acarina, Heterostigmata, Pyemotidae). *Ann. Zool.*, 30: 509-535.
- SUSKI W.Z., 1984 - On the identity of Pyemotid mites associated with the silver-top disease of grasses. *Acarology* VI, vol. 1: 174-179.
- VAN DE LUSTGAAFF B., 1978 - Ecological relationships between xerophilic fungi and house-dust mites (Acarida: Pyroglyphidae). *Oecologia* (Berlin), 33: 351-359.
- WICHT M.C.JR., SNETSINGER R., 1971 - Observations on mushroom-infesting Pyemotid mites in the United States. *Ent. News*, 82: 183-190.