



ATTI
DELLA
ACCADEMIA
NAZIONALE ITALIANA
DI ENTOMOLOGIA

RENDICONTI
Anno LXIV
2016



TIPOGRAFIA COPPINI - FIRENZE

ATTI
DELLA
ACCADEMIA
NAZIONALE ITALIANA
DI ENTOMOLOGIA

RENDICONTI
Anno LXIV
2016



CEREBRO FAVCIBVS VTERO
AB ORBIS ORIGINE
TENENT

ISSN 0065-0757

Direttore Responsabile: *Prof. Romano Dallai*

Presidente Accademia Nazionale Italiana di Entomologia

Coordinatore della Redazione: *Dr. Roberto Nannelli*

La responsabilità dei lavori pubblicati è esclusivamente degli autori
Registrazione al Tribunale di Firenze n. 5422 del 24 maggio 2005

INDICE

Rendiconti

Consiglio di Presidenza	Pag.	5
Elenco degli Accademici	»	6
Verbalì delle adunanze del 19-20 febbraio 2016	»	9
Verbale riunione congiunta ACCADEMIA NAZIONALE ITALIANA DI ENTOMOLOGIA - SOCIETÀ ENTOMOLOGICA ITALIANA	»	18
Verbalì delle adunanze del 21 giugno 2016	»	19
Verbalì delle adunanze del 18-19 novembre 2016	»	25

Lecture

MAURIZIO BIONDI – <i>Il fenomeno dell'endemismo nell'entomofauna italiana: aspetti generali e conservazione</i>	»	35
CARLO RICCI – <i>Coleotteri coccinellidi: tratti essenziali di morfologia funzionale, etologia e biodiversità</i> ...	»	43

Tavola Rotonda su:

RECENTI ACQUISIZIONI PER IL CONTROLLO SOSTENIBILE DI *BACTROCERA OLEAE*

GAVINO DELRIO, ANDREA LENTINI – <i>Dinamica e fattori di regolazione delle popolazioni della mosca delle olive</i>	»	55
ANGELO CANALE, GIOVANNI BENELLI, GIACINTO SALVATORE GERMINARA, ADRIANO CARPITA, ALFIO RASPI, GIUSEPPE ROTUNDO – <i>Shedding light on the sexual chemoecology of olive fruit fly, Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae)</i>	»	63
GIACINTO S. GERMINARA, ANTONIO DE CRISTOFARO, GIUSEPPE ROTUNDO – <i>Semiochimici coinvolti nelle interazioni Bactrocera oleae - olivo</i>	»	67
ANTONIO DE CRISTOFARO, GIACINTO S. GERMINARA, GIUSEPPE ROTUNDO – <i>Neuroni sensoriali di Bactrocera oleae (Rossi) coinvolti nella percezione di semiochimici</i>	»	73
ANTONIO PIETRO GARONNA, FILOMENA GRASSO, GIANDOMENICO CORRADO, ROSA RAO – <i>La mosca delle olive Bactrocera oleae (Rossi) e il suo rapporto con la drupa</i>	»	79
LUCA MAZZON, ISABEL MARTINEZ-SAÑUDO, MAURO SIMONATO, VINCENZO GIROLAMI – <i>Considerazioni filogenetiche e biogeografiche su "Candidatus Erwinia dacicola" e prospettive per l'allevamento di Bactrocera oleae (Rossi)</i>	»	85
PATRIZIA SACCHETTI, ANNA LISCIA, ROBERTA PASTORELLI, GAIA BIGIOTTI, ROBERTO GUIDI, ANTONIO BELCARI – <i>Le simbiosi batteriche nella mosca delle olive, Bactrocera oleae: dalla ricerca di base allo sviluppo di nuove strategie di controllo</i>	»	93
VIRGILIO CALECA, CHRISTIAN GIACALONE, MATTEO MALTESE, FRANCESCO TORTORICI – <i>Contenimento naturale di Bactrocera oleae (Rossi): clima o parassitoidi? Confronto tra Western Cape (Sud Africa) e Sicilia</i>	»	99

Tavola Rotonda su:

AVVERSITÀ DELLE API E NUOVE MINACCE DA INSETTI ALIENI PER L'APICOLTURA ITALIANA: *AETHINA TUMIDA* E *VESPA VELUTINA*

IGNAZIO FLORIS – <i>Quadro generale dell'apicoltura italiana alla luce delle avversità di recente introduzione</i>	»	109
FRANCO MUTINELLI – <i>Cronistoria dell'infestazione da Aethina tumida in Italia e degli interventi messi in atto a partire dal settembre 2014. Rilevamento, provvedimenti adottati, evoluzione e prospettive future</i> .	»	115
PAOLO AUDISIO – <i>Origine di Aethina tumida e adattamenti dall'antofagia alla melittofagia: dallo studio dell'autoecologia in natura alla pianificazione di interventi di controllo</i>	»	123
MARCO LODESANI – <i>Epidemiologia di Aethina tumida nelle aree di nuova introduzione (Usa, Messico e Canada) e obiettivi del progetto finalizzato Mipaaf "Aethinet"</i>	»	129
LUIGI MAIORANO, PAOLO AUDISIO – <i>Modelli di idoneità ambientale e scenari di potenziale diffusione di Aethina tumida in Italia e in Europa (Coleoptera, Nitidulidae)</i>	»	131
KARINE MONCEAU, DENIS THIERY – <i>Vespa velutina: current situation and perspectives</i>	»	137
LAURA BORTOLOTTI, RITA CERVO, ANTONIO FELICOLI, MARINO QUARANTA, OVIDIO SALVETTI, ANDREA BERTON, FABRIZIO ZAGNI, ALESSANDRO CINI, FEDERICO CAPPÀ, IRENE PEPICIELLO, IACOPO PETROCELLI, DAVIDE MORONI, PIOTR MEDRZYCKI, NUCCIO LANTERI, MARCO LODESANI – <i>Progetto Velutina: la ricerca italiana a caccia di soluzioni</i>	»	143
MARCO PORPORATO – <i>Vespa velutina: dal suo arrivo in Europa alla sua gestione in Italia con il progetto Life Stopvespa</i>	»	151
ALESSANDRO CINI, GIANFRANCO ANFORA, FEDERICO CAPPÀ, FRANCESCA ROMANA DANI, IRENE PEPICIELLO, IACOPO PETROCELLI, STEFANO TURILLAZZI, LAURA BORTOLOTTI, RITA CERVO – <i>Indagini preliminari sulla presenza di feromoni sessuali nel calabrone invasivo Vespa velutina</i>	»	157

ANNO ACCADEMICO

2016

CONSIGLIO DI PRESIDENZA

PRESIDENTE

DALLAI Prof. Dott. Romano
(confermato)

VICE-PRESIDENTE

GIORDANA Prof. Dott.sa Barbara
(confermato)

SEGRETARIO

CRAVEDI Prof. Dott. Piero
(confermato)

TESORIERE

NANNELLI Dott. Roberto
(confermato)

ELENCO DEGLI ACCADEMICI

ACCADEMICI EMERITI

ARZONE Prof. Dott. Alessandra	– Torino	1984
BARBAGALLO Prof. Dott. Sebastiano	– Catania	1982
BARONIO Prof. Piero	– Bologna	2001 - 2012
BONVICINI PAGLIAI Prof. Dott. Anna	– Modena	1983 - 2001
BRIOLINI Prof. Dott. Giovanni	– Bologna	1977 - 1982
BULLINI Prof. Dott. Luciano	– Roma	1986
COVASSI Dott. Marco Vittorio	– Firenze	1983 - 1997
DALLAI Prof. Dott. Romano	– Siena	1979 - 1982
FRILLI Prof. Dott. Franco	– Udine	1978 - 1982
GIROLAMI Prof. Dott. Vincenzo	– Padova	1993 - 2004
GIORDANA Prof. Dott. Barbara	– Milano	1997 - 2003
MASUTTI Prof. Dott. Luigi	– Padova	1972 - 1977
MELLINI Prof. Dott. Egidio	– Bologna	1962 - 1972
MINEO Prof. Dott. Giovanni	– Palermo	1986
MONACO Prof. Dott. Raffaele	– Bari	1985
OSELLA Prof. Dott. Giuseppe Bartolomeo	– L'Aquila	1983 - 1997
PRINCIPI Prof. Dott. Maria Matilde	– Bologna	1953 - 1960
RAGUSA DI CHIARA Prof. Dott. Salvatore	– Palermo	1993 - 2000
RIVOSECCHI Prof. Dott. Leo	– Roma	1987 - 2003
SANTINI Prof. Dott. Luciano	– Pisa	1993 - 2000
SOLINAS Prof. Dott. Mario	– Perugia	1978
ZANGHERI Prof. Dott. Sergio	– Padova	1970 - 1977

ACCADEMICI ORDINARI

ALMA Prof. Dott. Alberto	– Torino	2007 - 2013
AUDISIO Prof. Paolo Aldo	– Napoli	2004 - 2015
BATTISTI Prof. Andrea	– Padova	2010 - 2014
BINAZZI Dott. Andrea	– Firenze	1998 - 2012
BOLOGNA Prof. Dott. Marco	– Roma	2001 - 2008
BRANDMAYR Prof. Dott. Pietro	– Rende (CS)	2005 - 2014
CASALE Prof. Dott. Achille	– Sassari	1996 - 2002
CRAVEDI Prof. Dott. Piero	– Piacenza	1999 - 2005
DELRIO Prof. Dott. Gavino	– Sassari	1989 - 2000
FAUSTO Prof. Dott. Anna Maria	– Viterbo	2011 - 2016
FRATI Prof. Dott. Francesco	– Siena	2011 - 2016
GASPERI Prof. Dott. Giuliano	– Pavia	2005 - 2013
LONGO Prof. Dott. Santi	– Catania	1993 - 2000
LUCIANO Prof. Dott. Pietro	– Sassari	2009 - 2014
MAINI Prof. Dott. Stefano	– Bologna	2005 - 2014
MALVA Dott. Carla	– Napoli	2001 - 2011
MAROLI Prof. Dott. Michele	– Roma	2003 - 2010
MAZZINI Prof. Dott. Massimo	– Viterbo	2000
MINELLI Prof. Dott. Alessandro	– Padova	1986 - 1993
NANNELLI Dott. Roberto	– Firenze	1998 - 2005
NUZZACI Prof. Dott. Giorgio	– Bari	1988 - 1994
OLMI Prof. Dott. Massimo	– Viterbo	2002 - 2013
PENNACCHIO Prof. Dott. Francesco	– Napoli	2001 - 2007
POGGI Dott. Roberto	– Genova	1989 - 1999
RAPISARDA Prof. Dott. Carmelo	– Catania	2005 - 2012
ROTUNDO Prof. Dott. Giuseppe	– Campobasso	1999 - 2010

ROVERSI Prof. Dott. Pio Federico	– Firenze	2008
SBORDONI Prof. Dott. Valerio	– Roma	1986
SÜSS Prof. Dott. Luciano	– Milano	1987 - 1993
TRANFAGLIA Prof. Dott. Antonio	– Potenza	1993 - 1999
TRIGGIANI Prof. Dott. Oreste	– Bari	2001 - 2012
TURILLAZZI Prof. Dott. Stefano	– Firenze	1989 - 2000
VIGNA TAGLIANTI Prof. Dott. Augusto	– Roma	1986 - 1994

ACCADEMICI ONORARI

ALBERTI Prof. Gerd (*)	– Greifswald (Germania)	2005
ALTIERI Prof. Miguel Angel	– Berkeley (California, USA)	2004
DELUCCHI Prof. Dott. Vittorio (**)	– Zurigo (Svizzera)	1998
GATEHOUSE Prof. Angharad M.R.	– Newcastle (U.K.)	2015
HARRIS Dott. Keit Murray	– Ripley, Woking (U.K.)	2002
HODEK Prof. Dott. Ivo	– České Budejovice (Repubblica Ceca)	1986
LENTEREN Prof. Dott. Johan Coert van	– Wageningen (Olanda)	2006
STROYAN Dott. Henry L.G.	– Harpenden (U.K.)	1998
TAUTZ Prof. Dott. Jürgen	– Würzburg (Germania)	2006
WILSON Prof. Edward O.	– Birmingham (Alabama, USA)	2011

ACCADEMICI STRAORDINARI

BALLERIO Dott. Alberto	– Brescia	2015
BALLETTO Prof. Dott. Emilio	– Torino	2016
BANDI Prof. Dott. Claudio	– Milano	2015
BIONDI Prof. Dott. Maurizio	– L'Aquila	2012
BOSCO Prof. Dott. Domenico	– Torino	2015
CERVO Prof. Dott. Rita	– Firenze	2012
COBOLLI Prof. Dott. Marina	– Roma	2001
COLAZZA Prof. Dott. Stefano	– Palermo	2013
CRISTOFARO Dott. Massimo	– Roma	2014
DE LILLO Prof. Dott. Enrico	– Bari	2011
DIGILIO Prof. Dott. Maria Cristina	– Napoli	2015
DI PALMA Prof. Dott. Antonella	– Foggia	2014
DUSO Prof. Dott. Carlo	– Padova	2016
FLORIS Prof. Dott. Ignazio	– Sassari	2011
GARGIULO Prof. Dott. Giuseppe	– Bologna	2013
GARONNA Prof. Dott. Antonio Pietro	– Napoli	2016
GERMINARA Prof. Giacinto Salvatore	– Foggia	2014
ISIDORO Prof. Dott. Nunzio	– Ancona	2013
LUCCHI Prof. Dott. Andrea	– Pisa	2015
MASSA Prof. Dott. Bruno	– Palermo	2011
NAZZI Prof. Dott. Francesco	– Udine	2012
PANTALEONI Prof. Dott. Roberto	– Sassari	2016
PELLIZZARI Prof. Dott. Giuseppina	– Padova	2011
RICCI Prof. Dott. Carlo	– Perugia	2016
RUSSO Prof. Dott. Agatino	– Catania	2011
ZAPPAROLI Prof. Dott. Marzio	– Viterbo	2012

(*) † 9 novembre 2016.

(**) † 3 giugno 2016.

N.B. - Per gli Accademici Emeriti ed Ordinari le date sono rispettivamente quelle della nomina ad Accademico Straordinario e ad Accademico Ordinario.

VERBALI DELLE ADUNANZE DEL 19 - 20 FEBBRAIO 2016

Presiede il Presidente Prof. Romano DALLAI
Segretario verbalizzante: il Segretario Prof. Piero CRAVEDI

SEDUTA PUBBLICA

Venerdì 19 febbraio 2016, alle ore 14:30, a Firenze in via Romana 17 Aula 1, come da convocazione del Presidente, iniziano i lavori della Seduta Pubblica.

Sono presenti gli Accademici:

Emeriti: R. DALLAI, V. GIROLAMI;

Ordinari: P.A. AUDISIO, A. BATTISTI, M.A. BOLOGNA, P. BRANDMAYR, P. CRAVEDI, G. DELRIO, G. GASPERI, B. GIORDANA, S. LONGO, M. MAZZINI, A. MINELLI, R. NANNELLI, F. PENNACCHIO, V. SBORDONI, S. TURILLAZZI;

Straordinari: M. BIONDI, R. CERVO, M. COBOLLI, S. COLAZZA, E. DE LILLO, C. DIGILIO, A. DI PALMA, I. FLORIS, F. FRATI, G. GARGIULO, G.S. GERMINARA, A. LUCCHI, B. MASSA, F. NAZZI, G. PELLIZZARI.

Hanno giustificato la propria assenza gli Accademici: *Emeriti:* A. ARZONE, S. BARBAGALLO, P. BARONIO, A.M. BONVICINI PAGLIAI, G. BRIOLINI, M.V. COVASSI, F. FRILLI, L. MASUTTI, E. MELLINI, G. MINEO, R. MONACO, G. OSELLA, M.M. PRINCIPI, S. RAGUSA DI CHIARA, L. RIVOCSECHI, L. SANTINI, M. SOLINAS, S. ZANGHERI; *Ordinari:* A. ALMA, M. BINAZZI, A. CASALE, P. LUCIANO, S. MAINI, C. MALVA, M. MAROLI, M. OLMI, R. POGGI, C. RAPISARDA, G. ROTUNDO, P.F. ROVERSI, L. SÜSS, O. TRIGGIANI, A. VIGNA TAGLIANTI; *Straordinari:* A. BALLERIO, C. BANDI, D. BOSCO, A.M. FAUSTO, N. ISIDORO, A. RUSSO, M. ZAPPAROLI

Alla Seduta Pubblica sono presenti anche numerosi ricercatori e studiosi ospiti dell'Accademia.

Il tema della Tavola Rotonda verte su:

“Recenti acquisizioni per il controllo sostenibile di Bactrocera oleae”

Il Presidente Romano DALLAI apre la Seduta Pubblica e invita l'Accademico Gavino DELRIO a coordinare i lavori. L'Accademico Giuseppe ROTUNDO, che ha attivamente collaborato con l'Accademico Gavino DELRIO nella organizzazione della Tavola Rotonda, non ha potuto essere presente.

Si susseguono gli interventi:

- Accademico Gavino DELRIO: introduzione
- Accademico G. DELRIO - Dinamica di popolazione e danni di *Bactrocera oleae* (Rossi)
- A. CANALE, Università di Pisa - Comunicazione chimica intraspecifici di *Bactrocera oleae* (Rossi): il ruolo di composti prodotti nelle ghiandole associate all'ampolla rettale
- Accademico G. S. GERMINARA - Semiochimici coinvolti nelle interazioni *Bactrocera oleae*-olivo
- A. DE CRISTOFARO, Università del Molise - Neuroni sensoriali di *Bactrocera oleae* (Rossi) coinvolti nella percezione di semiochimici

- A. P. GARONNA, Università di Napoli “Federico II” - La mosca delle olive e il suo rapporto con la drupa
- Accademico V. GIROLAMI, L. MAZZON, Università di Padova - Relazione filogenetiche tra *Bactrocera oleae* e *Candidatus Erwinia dacicola* e prospettive per il miglioramento degli allevamenti
- A. BELCARI, Università di Firenze - Le simbiosi batteriche nella mosca delle olive, *Bactrocera oleae*: dalla ricerca di base allo sviluppo di nuove strategie di controllo
- V. CALECA, Università di Palermo - Contenimento di *Bactrocera oleae* (Rossi): parassitoidi o clima? Confronto tra Sicilia e Western Cape (Sud Africa)

Segue un’interessante discussione coordinata dall’Accademico Gavino DELRIO, al termine della quale la Seduta si conclude alle ore 18:30.

I testi delle relazioni verranno pubblicati sugli Atti-Rendiconti 2016 dell’Accademia.

Il Segretario
Piero CRAVEDI

Il Presidente
Romano DALLAI

ASSEMBLEA ORDINARIA

Presiede il Presidente Prof. Romano DALLAI
Segretario verbalizzante: il Segretario Prof. Piero CRAVEDI

Sabato 20 febbraio 2016 alle ore 09:30, presso la propria sede in via Lanciola 12/A Cascine del Riccio Firenze, come da convocazione del Presidente, iniziano i lavori dell’Assemblea Ordinaria alla presenza degli Accademici:

Emeriti: R. DALLAI, V. GIROLAMI, L. MASUTTI, M. SOLINAS;

Ordinari: P.A. AUDISIO, A. BATTISTI, A. BINAZZI, P. BRANDMAYR, A. CASALE, P. CRAVEDI, G. GASPERI, B. GIORDANA, S. LONGO, M. MAZZINI, A. MINELLI, R. NANNELLI, M. OLMI, F. PENNACCHIO, V. SBORDONI, S. TURILLAZZI.

Hanno giustificato la propria assenza gli Accademici: *Emeriti:* A. ARZONE, S. BARBAGALLO, P. BARONIO, A.M. BONVICINI PAGLIAI, G. BRIOLINI, M.V. COVASSI, F. FRILLI, E. MELLINI, G. MINEO, R. MONACO, G. OSELLA, M.M. PRINCIPI, S. RAGUSA DI CHIARA, L. RIVOSECCHI, L. SANTINI, S. ZANGHERI; *Ordinari:* A. ALMA, M.A. BOLOGNA, G. DELRIO, P. LUCIANO, S. MAINI, C. MALVA, M. MAROLI, R. POGGI, C. RAPISARDA, G. ROTUNDO, P.F. ROVERSI, L. SÜSS, O. TRIGGIANI, A. VIGNA TAGLIANTI.

Viene discusso il seguente Ordine del giorno:

- 1) Approvazione del verbale della seduta precedente (14 novembre 2015).
- 2) Comunicazioni del Presidente.
- 3) Premio Osella 2016.
- 4) Esame e approvazione conto consuntivo anno finanziario 2015.
- 5) Varie ed eventuali.

- 1) Approvazione del verbale seduta precedente (14 novembre 2015)

Viene esaminato il verbale della Seduta Ordinaria di sabato 14 novembre 2015, già inviato a suo tempo per posta elettronica a domicilio degli Accademici.

Il verbale viene approvato all’unanimità.

2) Comunicazioni del Presidente

Il Presidente Romano DALLAI comunica che:

- ieri, 19 febbraio, si è tenuta in Firenze la riunione del Comitato Editoriale della rivista “Entomologia” per definire nuove strategie di sviluppo e promozione. L’iniziativa editoriale, avviata positivamente, attualmente incontra qualche difficoltà. La discussione si è incentrata sulla possibilità della prosecuzione della pubblicazione e dell’importanza di far affermare la rivista a livello internazionale. Il Presidente ha poi nuovamente ricordato le difficoltà di tipo economico che l’Accademia incontra. Tale situazione limita drasticamente le iniziative culturali. Per superare questa difficoltà verrà considerata la possibilità di richiedere il pagamento di una quota di partecipazione a incontri su temi specifici, quali quelli che verranno affrontati nelle giornate culturali dei giorni giovedì e venerdì precedenti le Adunanze dell’Accademia che tradizionalmente si tengono a novembre.
- Il Presidente osserva che la Tavola Rotonda di ieri pomeriggio su “Recenti acquisizioni per il controllo sostenibile della *Bactrocera oleae*” coordinata dall’Accademico Gavino DELRIO è stata molto apprezzata dal numeroso pubblico presente.
- Il Presidente, a norma dell’art.7 del Regolamento, comunica inoltre che: la disponibilità di posti nelle diverse categorie di Accademici, al 30 aprile 2016 è la seguente:
 - per Accademico Ordinario: posti liberi 5;
 - per Accademico Straordinario posti liberi 7;

Ciascuna proposta fatta da almeno tre Accademici Ordinari o Emeriti, accompagnata da una breve relazione sui meriti scientifici e accademici dei candidati deve pervenire al Presidente dell’Accademia entro il 30 aprile 2016, secondo quanto previsto dall’art. 12 dello Statuto.

Il Presidente ricorda che nell’Assemblea Ordinaria del prossimo novembre, oltre alle votazioni per l’ammissione dei nuovi Accademici, si dovrà votare per il rinnovo del Consiglio di Presidenza.

L’Accademico Mario SOLINAS, chiesta e ottenuta la parola, si rivolge cordialmente all’Assemblea come segue:

“Ringrazio vivamente il Presidente per avermi dato l’opportunità di presentare oggi un intervento che, per inderogabili impegni familiari, non potrei presentare all’Assemblea Ordinaria del prossimo giugno, nella quale, a norma di Statuto (Art.13), è prevista la comunicazione ufficiale da parte del Presidente delle candidature per nuovi Accademici nonché, quest’anno, per il rinnovo del Consiglio di Presidenza.

Innanzitutto un vivissimo ed affettuoso ringraziamento mio personale e (credo di poterlo dire!) a nome di tutta la presente Assemblea, al Presidente e al Consiglio di Presidenza in carica per la preziosa opera svolta a beneficio dell’Accademia e dei singoli Accademici nel triennio che sta per concludersi.

Ma vorrei subito aggiungere il più accorato invito allo stesso Presidente ed ai singoli attuali Consiglieri perché vogliano dare la propria disponibilità ad essere rieletti per il triennio prossimo, sempre nell’interesse più generale dell’Accademia, ma anche in considerazione della necessità di provvedere con cura alla impegnativa e delicata scelta e preparazione dei loro potenziali successori. Sembra perfino ovvia, infatti, la cruciale importanza che questi ultimi vengano identificati tra gli Accademici non solo scientificamente più qualificati (sempre a legittimo giudizio del settore disciplinare di afferenza), ma anche tra quelli particolarmente dotati di spirito inclusivo-comunitario e del senso più genuino di appartenenza al Sodalizio. Cosicché i loro nomi possano infine essere accolti dall’Assemblea Ordinaria con un consenso auspicabilmente unanime.

Altro motivo non trascurabile dell’opportunità di conferma del Presidente e del Consiglio di Presidenza, sarebbe quello di incoraggiare e promuovere in tempi brevi una oculata revisione dello Statuto dell’Accademia. Certamente la presente Assemblea è sovrana anche nelle proposte come nell’approvazione della revisione dello Statuto (Art. 23), ma è insostituibile l’attento ruolo promozionale e di coordinamento del Consiglio di Presidenza. E forse non è superfluo qui ricordare per i più giovani l’esper-

rienza della modifica del primo Statuto, del quale si ritenne utile ed opportuno conservare, ad esempio, impostazioni di fondo contenute nell'Atto notarile costitutivo dell'Accademia circa l'utilità di acquisire in Accademia illustri Studiosi anziani che "per la moderna struttura dello Stato cessano di far parte dell'amministrazione di questo, senza che essi abbiano dato fondo al tesoro di esperienza acquisita in una lunga vita di studio e di lavoro", ed altre affermazioni simili del Discorso Presidenziale di inaugurazione del primo Presidente Guido GRANDI.

Ciò si fece tuttavia senza rinunciare, ovviamente, ad opportune innovazioni per il nuovo Statuto, quali ad esempio l'eliminazione per le proposte di nuovi Accademici Ordinari (Art. 3, Primo Statuto) di un rapporto numerico istituzionale in base al settore disciplinare di provenienza dei singoli candidati. E questo a vantaggio di una maggiore semplicità di rapporti fra tutti gli Accademici, sempre nella stima e nel massimo rispetto reciproco (e vorrei dire nella più cordiale e diffusa amicizia) tra i singoli, come pure nella valorizzazione delle diversità di provenienza, che sempre rappresentano una ricchezza, e non solo in Natura.

E vorrei concludere questo mio accorato intervento pensando che forse lo spirito di quel "nuovo" Statuto non fu irrilevante ai fini del felice trasferimento della nostra Accademia da un certo elenco ufficiale di "Enti inutili" ad un altro ben più prestigioso elenco di Istituzioni nazionali ammesse a regolare finanziamento annuale da parte del Ministero dei Beni Culturali".

3) Premio Osella 2016

Su invito del Presidente, l'Accademico Roberto NANNELLI, componente dell'apposita Commissione giudicatrice composta anche dagli Accademici Stefano MAINI e Marco Alberto BOLOGNA, riferisce che la Commissione ha concluso i lavori il 22 gennaio 2016. Sono state esaminate le tre domande inoltrate all'Accademia rispettivamente dai dottori:

- Monica ORESTE, presentata dagli Accademici Oreste TRIGGIANI e Giorgio NUZZACI;
- Davide ROSATI, presentato dagli Accademici Andrea BATTISTI e Francesco PENNACCHIO;
- Giovanni BENELLI, presentato dagli Accademici Luciano SANTINI e Giuseppe ROTUNDO.

Tutti e tre i candidati sono risultati meritevoli di un giudizio positivo. Il candidato Giovanni BENELLI si distingue nettamente per una produzione ricchissima e di alta qualità, vista anche la giovane età, e per questo la Commissione lo propone all'Accademia per il conferimento del "Premio Marco Osella 2016". Segue una breve discussione dalla quale emergono gli apprezzamenti per tutti i candidati e, in particolare, per la notevole produzione scientifica del dott. Giovanni BENELLI.

Il Presidente proclama quindi il dott. Giovanni BENELLI vincitore del "Premio Marco Osella 2016".

L'Accademia provvederà a organizzare l'iscrizione del vincitore al prossimo XXV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia e lo inviterà a inoltrare il riassunto del suo contributo scientifico. Il diploma del Premio verrà consegnato al Vincitore a Padova durante il Congresso.

4) Esame e approvazione conto consuntivo anno finanziario 2015

Il Presidente invita il Tesoriere NANNELLI, a presentare il Conto consuntivo per l'anno finanziario 2015.

Il Tesoriere fa presente che l'11 febbraio scorso si è riunito presso il CREA-ABP, Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia di Cascine del Riccio, sede anche dell'Accademia, il Collegio dei Revisori dei Conti per l'analisi e l'approvazione del Bilancio preventivo 2016 e il Conto consuntivo 2015.

Il Tesoriere illustra quindi all'Assemblea i principali capitoli del Conto consuntivo evidenziando il perdurare della modesta disponibilità finanziaria dell'Accademia. L'unico contributo pubblico

ricevuto in parte a fine novembre 2014 e in parte a marzo 2015, per l'attività culturale svolta dall'Accademia nel 2015 è stato quello del MIBAC e quindi tale contributo verrà utilizzato nel 2016 per coprire parte delle spese necessarie alla preparazione del volume degli Atti e Rendiconti dell'Accademia 2015.

Il Tesoriere informa l'Assemblea che nel mese di gennaio è stata presentata al Ministero per i Beni, le Attività Culturali ed il Turismo regolare richiesta di finanziamento per il 2016.

Completata l'illustrazione e non essendovi richieste di ulteriori dettagli, il Presidente pone in votazione il Conto consuntivo 2015 che viene approvato all'unanimità e che verrà conservato agli atti insieme al Bilancio preventivo 2016.

5) Varie ed eventuali

L'Accademico Vincenzo GIROLAMI, chiesta e ottenuta la parola, commenta l'attività culturale esprimendo l'auspicio che, in futuro, sia dedicata maggiore attenzione alla possibilità di discussione. Il confronto di diverse posizioni di studiosi che si sono occupati dello stesso argomento consentirebbe di fornire una visione più completa. La discussione potrebbe seguire ogni relazione anziché essere posticipata alla fine della Tavola Rotonda.

La seduta dell'Assemblea Ordinaria è tolta alle ore 10:20.

Il Segretario
Piero CRAVEDI

Il Presidente
Romano DALLAI

SEDUTA PUBBLICA

Sabato 20 febbraio 2016 alle ore 10:30, presso la propria sede in via Lanciola 12/A Cascine del Riccio Firenze il Presidente Romano DALLAI dichiara aperta la Seduta Pubblica.

Oltre agli Accademici Ordinari ed Emeriti, presenti all'Assemblea Ordinaria, partecipano gli Accademici Straordinari e altri studiosi e ricercatori ospiti dell'Accademia.

Il Presidente Romano DALLAI invita l'Accademico Maurizio BIONDI a presentare la lettura dal titolo:

“Il fenomeno dell'endemismo nell'entomofauna italiana: stato dell'arte, conservazione, gestione”

Segue un'interessante discussione, al termine della quale il Presidente ringrazia il relatore e coloro che sono intervenuti.

Il testo della lettura sarà pubblicato sugli Atti-Rendiconti 2016.

La Seduta è tolta alle ore 12:00.

Il Segretario
Piero CRAVEDI

Il Presidente
Romano DALLAI

ASSEMBLEA PLENARIA

Presiede il Presidente Prof. Romano DALLAI
Segretario verbalizzante: il Segretario Prof. Piero CRAVEDI

Sabato 20 febbraio 2016 alle ore 12:00, a Firenze Cascine del Riccio, via Lanciola 12/A come da convocazione del Presidente iniziano i lavori dell'Assemblea Plenaria.

Sono presenti gli Accademici:

Emeriti: R. DALLAI, V. GIROLAMI, L. MASUTTI, M. SOLINAS.

Ordinari: P.A. AUDISIO, A. BATTISTI, A. BINAZZI, P. BRANDMAYR, A. CASALE, P. CRAVEDI, G. GASPERI, B. GIORDANA, S. LONGO, M. MAZZINI, A. MINELLI, R. NANNELLI, M. OLMI, F. PENNACCHIO, V. SBORDONI, S. TURILLAZZI;

Straordinari: A. BALLERIO, M. BIONDI, D. BOSCO, M. COBOLLI, C. DIGILIO, A.M. FAUSTO, G. GARGIULO, A. LUCCHI, B. MASSA, F. NAZZI, G. PELLIZZARI, M. ZAPPAROLI.

Hanno giustificato la propria assenza gli Accademici: *Emeriti:* A. ARZONE, S. BARBAGALLO, P. BARONIO, A.M. BONVICINI PAGLIAI, G. BRIOLINI, M.V. COVASSI F. FRILLI, E. MELLINI, G. MINEO, R. MONACO, G. OSELLA, M.M. PRINCIPI, S. RAGUSA DI CHIARA, L. RIVOSECCI, L. SANTINI, S. ZANGHERI. *Ordinari:* A. ALMA, M.A. BOLOGNA, G. DELRIO, P. LUCIANO, S. MAINI, C. MALVA, M. MAROLI, R. POGGI C. RAPISARDA, G. ROTUNDO, P.F. ROVERSI, L. SÜSS, O. TRIGGIANI. A. VIGNA TAGLIANTI. *Straordinari:* C. BANDI, R. CERVO, S. COLAZZA, M. CRISTOFARO, E. DE LILLO, A. DI PALMA, I. FLORIS, F. FRATI, S. GERMINARA, N. ISIDORO, A. RUSSO.

Viene discusso il seguente Ordine del giorno:

- 1) Approvazione dei verbali delle sedute precedenti (13-14 novembre 2015)
- 2) Comunicazioni del Presidente
- 3) Proclamazione e consegna Diplomi ai nuovi Accademici Straordinari (Alberto BALLERIO, Claudio BANDI, Domenico BOSCO, Maria Cristina DIGILIO, Andrea LUCCHI)
- 4) Fauna d'Italia
- 5) Varie ed eventuali

- 1) Approvazione dei verbali delle sedute precedenti (13-14 novembre 2015)

Vengono esaminati i verbali delle Sedute Pubbliche di venerdì 13 e sabato 14 novembre 2015 e dell'Assemblea Plenaria di sabato 14 novembre 2015, già inviati a suo tempo per posta elettronica al domicilio degli Accademici.

I verbali vengono approvati all'unanimità.

- 2) Comunicazioni del Presidente

Il Presidente comunica che nella riunione di ieri, venerdì 19 novembre, si è riunito il comitato editoriale della rivista "Entomologia". La discussione della riunione si è incentrata sulla possibilità della prosecuzione e sull'importanza di far affermare la rivista a livello internazionale. I costi per la pubblicazione della rivista richiamano le note difficoltà economiche dell'Accademia. Una delle proposte che si intende realizzare per superare tale problematica è quella di richiedere il pagamento di una quota di partecipazione ad incontri su temi specifici, quali quelli che verranno affrontati nelle giornate culturali dei giorni precedenti le tradizionali Adunanze di novembre dell'Accademia.

Su invito del Presidente l'Accademico Roberto NANNELLI riferisce in merito all'attività editoriale dell'Accademia informando che nel mese di aprile 2015 è stato pubblicato il volume degli Atti

e Rendiconti dell'Accademia, Anno LXII (2014) sia nella forma cartacea, in numero limitato di copie, sia nella versione online che risulta disponibile e scaricabile dal sito dell'Accademia. Nel mese di giugno è stata anche stampata la monografia XXVI della Collana "Tavole Rotonde sui maggiori problemi riguardanti l'Entomologia Agraria in Italia" che comprende tutti i contributi presentati in occasione della Seduta Pubblica dell'Accademia del 16 gennaio 2016 intitolata "Gli insetti: una risorsa sostenibile per l'alimentazione". Il volumetto è stato inviato al Ministro dell'Agricoltura che ha manifestato apprezzamento all'iniziativa attraverso una lettera inviata al Presidente dell'Accademia. Alcune copie della Monografia sono state anche diffuse in occasione dell'esposizione EXPO 2015 a Milano.

È iniziata la preparazione del volume 2015 degli Atti ma nonostante i ripetuti solleciti al momento sono pervenuti solo pochi contributi relativi alle Tavole Rotonde svolte nel corso del 2015. In conseguenza della scarsa disponibilità di risorse economiche non risultano in programma la preparazione e la stampa di altre monografie relative alle Tavole Rotonde i cui contributi verranno inseriti nel volume degli Atti accademici.

Chiesta e ottenuta la parola l'Accademico Andrea BATTISTI illustra la situazione relativa all'organizzazione del XXV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia. Produzione della seconda circolare con la comunicazione di una proroga all'11 marzo per le iscrizioni e l'invio dei riassunti, inserimento dei loghi Accademia e SEI; inserimento quote per accompagnatori, inserimento informazioni per alloggi, eliminazione sessione Entomologia medico-veterinaria e forense per concomitanti eventi scientifici.

Il Presidente richiama l'attenzione sull'attività culturale dell'Accademia dei prossimi anni.

A giugno 2016 si terrà a Padova il XXV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia.

Nella Seduta Pubblica del pomeriggio di venerdì 18 novembre è stata programmata la Tavola Rotonda a cura degli Accademici Paolo Aldo AUDISIO, Francesco NAZZI e Rita CERVO su "*Aetina tumida* e altre problematiche riguardanti l'apicoltura". L'argomento della Tavola Rotonda dovrebbe essere opportunamente integrato dalle relazioni di giovedì 17 e venerdì 18 mattina nell'ambito delle Giornate Culturali organizzate dall'Accademia e dalla SEI. In questa edizione la tematica sarà quella delle "specie aliene di recente introduzione".

Sabato 19 novembre sono previste le letture del Prof. Carlo RICCI dell'Università di Perugia su "Coleotteri Coccinellidi: tratti essenziali di morfologia funzionale, etologia e biodiversità" e dell'Accademico Francesco FRATI su "Collemboli antartici: origine, evoluzione ed adattamento".

Per le sedute pubbliche del novembre 2016 sono in corso contatti con il prof. dr. Rolf BEUTEL dell'Università di Jena per una lettura su "Filogenesi ed evoluzione di alcuni gruppi di insetti".

Per il 2017 è emersa l'importanza di prendere in considerazione gli effetti che l'applicazione obbligatoria su larga scala della Difesa integrata sta producendo sull'entomofauna dei campi coltivati. Il prof. Carlo DUSO dell'Università di Padova e l'Accademico Andrea LUCCHI vengono proposti come organizzatori di un incontro su tale tematica.

Viene anche proposto che l'Accademica Cristina DIGILIO sviluppi un evento su "L'interazione insetto pianta" auspicando il contributo anche dell'Accademica onoraria Angharad GATEHOUSE.

Per l'anno 2018 il programma è ancora in fase di completamento. Da una discussione preliminare è emersa l'importanza dell'uso dell'informatica nella difesa delle colture.

Nel 2018 si terrà a Napoli L'European Congress of Entomology. Su invito del Presidente l'Accademico Francesco PENNACCHIO riferisce che l'European Congress of Entomology, che si terrà a Napoli nel luglio del 2018, verrà organizzato con la collaborazione della ditta EVENT Planet S.r.l., che opera nel settore dell'organizzazione congressuale, con la quale l'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia e la Società Entomologica Italiana hanno sottoscritto un rapporto di collaborazione.

Al fine di promuovere l'evento congressuale nell'ambito dell'International Congress of Entomology, che si terrà nel settembre 2016 in Florida (USA), si prevede di organizzare uno spazio espositivo e di preparare materiale informativo da mettere in distribuzione.

Il Presidente comunica inoltre che la Commissione giudicatrice del “Premio Osella 2016” ha proposto come vincitore il dott. Giovanni BENELLI, assegnista di ricerca presso l’Università di Pisa, presentato dagli Accademici Luciano SANTINI e Giuseppe ROTUNDO.

Nella Assemblea ordinaria di questa stessa mattina il dott. BENELLI è stato proclamato vincitore. Il Diploma del Premio gli verrà consegnato durante il XXV Congresso Nazionale di Entomologia a Padova.

3) Proclamazione e consegna Diplomi nuovi Accademici Straordinari.

Il Presidente consegna i Diplomi di Accademico Straordinario ai neonominati Alberto BALLERIO, Domenico BOSCO, Maria Cristina DIGILIO e Andrea LUCCHI. All’Accademico Straordinario Claudio BANDI, assente giustificato, il diploma verrà consegnato in altra occasione

L’Assemblea si congratula con i nuovi Accademici Straordinari, accogliendoli con un caloroso applauso.

4) Fauna d’Italia

Su invito del Presidente, l’Accademico Marzio ZAPPAROLI, Segretario Tesoriere del Comitato Scientifico per la Fauna d’Italia, prende la parola e riferisce che in questi ultimi mesi l’attività del Comitato Scientifico per la Fauna d’Italia si è articolata come segue:

1. pubblicazione del volume 50 - Marine Rotifera (autori Willem H. De Smet, Giulio Melone, Diego Fontaneto, Francesca Leasi) ad agosto 2015; il volume è stato stampato con un parziale contributo del CSFI (3.000,00 euro); il volume è stato presentato dagli Autori al XIV International Rotifer Symposium a Ceske Budejovice, Repubblica Ceca, 30 agosto-4 settembre 2015;
2. il volume sui rotiferi e quello sui cetacei, pubblicato alcuni mesi prima, sono stati presentati insieme o singolarmente anche in altre occasioni in Italia, presso congressi (UZI, Viterbo; ANMS, Torino) e/o musei di storia naturale (Genova, Milano, Roma, Napoli) con grande partecipazione di pubblico; a queste presentazioni sono intervenuti gli autori e membri del Comitato;
3. volumi della collana Fauna d’Italia in fase di ultimazione sono:
 - a. Ascidiacea – autori Francesco MASTROTOTARO e Riccardo BRUNETTI, consegna del testo prevista per marzo 2016; il testo (350/360 pagine di cui 345 in bianco e nero e 10/15 tavole a colori) sarà interamente in inglese;
 - b. Hymenoptera Symphita – autore Fausto PESARINI, consegna del testo del primo dei tre volumi pianificati prevista per settembre 2016, il primo volume sarà in italiano (salvo le diagnosi originali) con le chiavi anche in inglese, tratterà le larve fino al livello delle famiglie e, per i Tenthredinidae, delle sottofamiglie, e riguarderebbe “Generalità, Xyeloidea, Pamphilioidea, Tenthredinoidea I (ossia Blasticotomidae, Argidae, Heptamelidae, Tenthredinidae delle sottofamiglie Athaliinae e Selandriinae); in totale circa 130 specie; sull’articolazione e sui tempi di consegna degli altri volumi non siamo in grado, per il momento, di fare delle previsioni; entrambi i volumi (Ascidiacea e Symphita) saranno stampati con un parziale contributo da parte del CSFI;
4. altri volumi in preparazione sono:
 - Lepidoptera Coleophoridae (autore Giorgio BALDIZZONE, 2016?)
 - Homoptera Psilloidea (autore Carmelo RAPISARDA, consegna prima metà del 2017)
5. aggiornamento delle Norme Redazionali dei volumi della Fauna, ora disponibili in italiano ed in inglese sul sito del Comitato (recentemente aggiornato grazie all’assistenza del Dott. Fabio STOCH);
6. le relazioni con l’editore New Business Media sono al momento buone, siamo in attesa di incontrarci con il proprietario, Giuseppe NARDELLA, e OCCHIALINI che dirige l’unità di Edagricole, per definire la realizzazione di una collana divulgativa su tematiche naturalistiche destinata a ragazzi di 7-10 anni o poco più di cui il CSFI dovrebbe fare da “garante” scientifico;
7. nell’ambito del consueto concorso per il migliore poster, durante il 76° Congresso dell’UZI, Viterbo 15-18 settembre 2015, il Comitato ha assegnato un premio di 750 euro a un poster dedicato a specie della fauna italiana; il premio è andato alla Dott.ssa Alessandra RICCIERI (Dip. Biologia, Università

- di RomaTre), che ha presentato un poster dal titolo Investigating the sicilian-maghrebian biogeographic pattern in blister beetles (Coleoptera Meloidae);
8. adesione a Lifewatch Italia, struttura che vuole essere punto di riferimento qualificato per ricercatori, amministrazioni pubbliche e imprese che operano nel campo della protezione, gestione e uso sostenibile della biodiversità e degli ecosistemi, la cui attività si articola in quattro Centri Tematici (Mediterraneo, Collezioni, Interazioni, Biomolecolare), il cui coordinatore è il prof. Alberto BASSET (Università del Salento), che nell'ambito delle attività del CT Collezioni, metterà a disposizione risorse per l'aggiornamento della checklist della fauna italiana, a 20 anni dalla prima edizione mediante una unità di personale, per almeno 12 mesi, al fine di portare avanti questa iniziativa e di inserirla nel loro Piano Strategico;
 9. è attualmente in corso una convenzione con ISPRA per un servizio di definizione, sperimentazione e pubblicazione delle Schede di Monitoraggio delle specie di Invertebrati di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CE, allegati II, IV, V) nell'ambito della convenzione "Supporto alla realizzazione di un Piano Nazionale di Monitoraggio delle specie ed habitat terrestri e delle acque interne di interesse comunitario, in sinergia con la rete degli osservatori/uffici regionali biodiversità, per l'attuazione della Strategia Nazionale per la Biodiversità";
 10. il CSFI ha dato la sua adesione come stakeholder al progetto LIFE "Targeting Invasive Alien Species at Schools" (LIFE-IAS-Schools), coordinato dall'Accademico prof. Andrea BATTISTI, Università di Padova.

5) Varie ed eventuali

Nessuna

La seduta dell'Assemblea plenaria è tolta alle ore 13:00

Il Segretario
Piero CRAVEDI

Il Presidente
Romano DALLAI

VERBALE DELLA RIUNIONE CONGIUNTA
ACCADEMIA NAZIONALE ITALIANA
DI ENTOMOLOGIA
SOCIETÀ ENTOMOLOGICA ITALIANA

SEDUTA PUBBLICA

per la consegna del Premio “Osella 2016” e del Premio “Binaghi”

Il giorno 21 giugno 2016 alle 18.00, presso l’Orto Botanico di Padova, via Orto Botanico 15, secondo quanto previsto dal programma del XXV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, ha luogo la Seduta Pubblica congiunta dell’Accademia Nazionale Italiana di Entomologia e della Società Entomologica Italiana per l’assegnazione del Premio “Osella 2016” e del Premio “Binaghi”. Presiede il Presidente dell’Accademia Nazionale di Entomologia Romano DALLAI, Segretario verbalizzante la Vicepresidente Barbara GIORDANA.

Alla seduta partecipa un numeroso pubblico, tra cui molti Accademici.

Il Presidente dell’Accademia Romano DALLAI conferisce il Premio “Osella 2016” al vincitore Dr. Giovanni BENELLI, e il Presidente della Società Entomologica Francesco PENNACCHIO conferisce il Premio “Binaghi” ai vincitori ex-aequo Dr. Alberto Maria CATTANEO e Dr.ssa Daria CORCOS.

Il pubblico accoglie i premiati con un caloroso applauso

Seguono le comunicazioni dei vincitori relative ai lavori premiati:

18.00 G.BENELLI: Aggressività nei ditteri tefritidi: la difesa del sito di ovideposizione contro imenotteri parassitoidi ovo-pupali e larvo-pupali.

18.10 A. M. CATTANEO: Unveiling sensory mechanisms for the control of two insect pests: from behavior to molecular interactions.

18.20 D. CORCOS: Effetti della frammentazione ambientale (parametri area, connettività e diversità di habitat) sulla biodiversità di comunità di insetti delle Crete Senesi (SI).

Gli interventi vengono molto apprezzati e applauditi.

La riunione termina alle ore 18.30.

Il Segretario verbalizzante
Barbara GIORDANA

Il Presidente
Romano DALLAI

VERBALI DELLE ADUNANZE DEL 21 GIUGNO 2016

ASSEMBLEA PLENARIA

Presiede il Presidente Prof. Romano DALLAI
Segretario verbalizzante: la Vice Presidente Prof. Barbara GIORDANA

Il giorno 21 giugno 2016 alle 18.30, presso l'Orto Botanico di Padova, via Orto Botanico 15, come da convocazione del Presidente, iniziano i lavori dell'Assemblea Plenaria.

In mancanza del Segretario, Accademico PIERO CRAVEDI, assente giustificato, il Presidente designa la Vice Presidente Barbara GIORDANA come Segretario verbalizzante.

Sono presenti gli Accademici:

Emeriti: S. BARBAGALLO, R. DALLAI, V. GIROLAMI.

Ordinari: A. ALMA, A. BATTISTI, M. BOLOGNA, P. BRANDMAYR, A. CASALE, A.M. FAUSTO, B. GIORDANA, C. MALVA, M. MAZZINI, A. MINELLI, R. NANNELLI, G. NUZZACI, F. PENNACCHIO, R. POGGI, C. RAPISARDA.

Onorari: A. M. R. GATEHOUSE

Straordinari: A. BALLERIO, M. BIONDI, D. BOSCO, R. CERVO, S. COLAZZA, E. DE LILLO, C. DIGILIO, A. DI PALMA, I. FLORIS, G. GARGIULO, G. S. GERMINARA, N. ISIDORO, A. LUCCHI, B. MASSA, F. NAZZI, G. PELLIZZARI, A. RUSSO, M. ZAPPAROLI.

Hanno giustificato la propria assenza gli Accademici: *Emeriti:* A. ARZONE, P. BARONIO, A.M. BONVICINI PAGLIAI, G. BRIOLINI, M.V. COVASSI, F. FRILLI, L. MASUTTI, E. MELLINI, G. MINEO, R. MONACO, G. OSELLA, M.M. PRINCIPI, S. RAGUSA DI CHIARA, L. RIVOCCHI, L. SANTINI, M. SOLINAS, S. ZANGHERI. *Ordinari:* P.A. AUDISIO, P. CRAVEDI, F. FRATI, G. GASPERI, P. LUCIANO, S. MAINI, M. MAROLI, S. LONGO, L. SÜSS, S. TURILLAZZI, A. VIGNA TAGLIANTI. *Straordinari:* M. COBOLLI, M. CRISTOFARO.

Viene discusso il seguente Ordine del Giorno:

- 1) Approvazione del verbale delle sedute precedenti (19 e 20 febbraio 2016)
- 2) Comunicazioni del Presidente
- 3) Premio Osella
- 4) Consegna diploma nuovo Accademico Onorario (A.M.R. GATEHOUSE)
- 5) Consegna diplomi nuovi Accademici Ordinari (A.M. FAUSTO e F. FRATI)
- 6) Fauna d'Italia
- 7) Pubblicazioni dell'Accademia
- 8) Richiesta finanziamenti e attività culturali
- 9) Varie ed eventuali

1) Approvazione dei verbali delle sedute precedenti (19 e 20 febbraio 2016)

Vengono esaminati i verbali dell'Assemblea Plenaria del 20 febbraio 2016 e delle Sedute Pubbliche del 19 e 20 febbraio 2016, già inviati a suo tempo per posta elettronica a domicilio degli Accademici. I verbali vengono approvati all'unanimità.

2) Comunicazioni del Presidente.

Il Presidente comunica con compiacimento che l'Accademico Giuseppe ROTUNDO è stato nominato Professore Emerito dell'Università del Molise.

Il Presidente comunica che solo recentemente l'Accademia è stata informata della scomparsa,

avvenuta alla fine dello scorso anno, dell'Accademico Onorario Vittorio DELUCCHI e chiede all'Assemblea di osservare un minuto di silenzio.

Il Presidente informa poi che il Consiglio di Presidenza si è riunito a Firenze il 23 aprile 2016 per valutare l'opportunità di una revisione dello Statuto e del Regolamento dell'Accademia. Alla riunione è stato invitato l'Accademico Alberto BALLERIO, che ha fornito molti importanti chiarimenti e suggerimenti dal punto di vista giuridico. Ha inoltre precisato che una revisione sarà comunque necessaria poiché, probabilmente entro l'anno, verrà emanata una nuova normativa che regola le Associazioni Morali e Culturali, che richiederà l'adeguamento alle nuove direttive. È stato inoltre considerato che anche l'impostazione formale dello Statuto meriterebbe una revisione, nel corso della quale sarebbe opportuno modificare gli Articoli che si ritengono inadeguati. È dunque opportuno che gli Accademici facciano pervenire suggerimenti in merito alla Presidenza, poiché l'Art. 23 dello Statuto prevede che modifiche dello stesso possano avere luogo su richiesta di almeno 1/3 dei membri. Il Consiglio di Presidenza, con il competente contributo dell'Accademico BALLERIO, preparerà un documento che recepisca le indicazioni della nuova normativa e i suggerimenti degli Accademici. Il documento verrà inviato a tutti gli Accademici, come base per una discussione assembleare specificamente prevista.

Il Presidente infine ricorda che l'attuale Consiglio di Presidenza è in scadenza e che la votazione per il rinnovo avrà luogo a novembre 2016.

3) Premio Osella 2016

Come riportato a Verbale, il premio è stato consegnato dal Presidente al vincitore Dr. Giovanni BENELLI nella specifica seduta congiunta con la Società Entomologica Italiana appena conclusasi.

4) Consegna diploma nuovo Accademico Onorario (A.M.R. GATEHOUSE)

Il Presidente consegna il Diploma di Accademico Onorario alla prof. Angharad GATEHOUSE, che viene vivamente applaudita.

5) Consegna diplomi nuovi Accademici Ordinari (A. M. FAUSTO e F. FRATI).

Il Presidente consegna il Diploma di Accademico Ordinario all'Accademica Anna Maria FAUSTO, che viene calorosamente applaudita. Poiché l'Accademico Francesco FRATI è assente giustificato, il Diploma gli verrà consegnato in altra data.

6) Fauna d'Italia

Il Presidente invita l'Accademico Marco BOLOGNA, Presidente del Comitato Scientifico per la Fauna d'Italia, a informare l'Assemblea sui recenti avvenimenti. L'Accademico comunica che nei mesi successivi alla seduta di febbraio, l'attività del Comitato Scientifico per la Fauna d'Italia si è articolata come segue:

1. Invio in stampa, agli inizi del mese di giugno 2016 del volume 51, Ascidiacea, autori Francesco MASTROTOTARO e Riccardo BRUNETTI; il testo (350/360 pagine di cui 345 in bianco e nero e 10/15 tavole a colori) è interamente in inglese. La stampa è prevista per il mese di agosto 2016. Questo volume sarà stampato con il parziale contributo del CSFI.
2. Ristampa del volume 42 della Fauna, relativo agli Amphibia col contributo finanziario della *Societas Herpetologica Italica*. Il volume in parola è ormai esaurito da un paio di anni. La stampa è prevista nell'autunno 2016.
3. Attività di tutoraggio da parte dei colleghi membri del CSFI e Accademici Achille CASALE ed Alessandro MINELLI, per il completamento della preparazione del volume Hymenoptera Symphita I – autore Fausto

PESARINI. La consegna del testo è prevista per ottobre 2016 e la stampa entro dicembre 2016 o gennaio 2017. Il volume sarà in italiano con le chiavi di identificazione anche in inglese; tratterà le larve fino al livello delle famiglie (per i Tenthredinidae a livello di sottofamiglia), e riguarderà “Generalità, Xyeloidea, Pamphilioidea, Tenthredinoidea I (Blasticotomidae, Argidae, Heptamelidae, Tenthredinidae delle sottofamiglie Athaliinae e Selandriinae). In totale circa 130 specie. Questo volume sarà stampato con il parziale contributo del CSFI.

4. I volumi della collana Fauna d'Italia in fase di ultimazione sono:
 - Lepidoptera Coleophoridae (autore Giorgio BALDIZZONE): è prevista la consegna nel gennaio 2017. Tutor del volume per il CSFI è l'Accademico Achille CASALE;
 - Homoptera Psilloidea (autore l'Accademico Carmelo RAPISARDA): è prevista la consegna nell'autunno 2017; i tutor del volume devono essere definiti.
5. Tra i volumi della Fauna in fase di preparazione vi sono:
 - Lepidoptera “Rhopalocera” (autore Emilio BALLETO);
 - Cnidaria Scyphozoa (autore Fernando BOERO);
 - Plathelminthes Turbellaria (pars) (autori vari).
6. A seguito dell'adesione alla piattaforma Lifewatch Italia, di cui si è già riferito nella precedente seduta, è previsto, dal mese di settembre, un contributo finanziario che sarà devoluto, in accordo con un Ateneo italiano, al bando di un assegno di ricerca annuale, probabilmente rinnovabile di un anno, per l'aggiornamento della Checklist della fauna italiana, dopo 20 anni dall'edizione cartacea. La nuova Checklist, in forma solo informatica ed inserita nel sito web del CSFI, prevede l'aggiornamento tassonomico e faunistico dei Protozoi e Metazoi della fauna italiana, possibilmente con un maggiore approfondimento sulla distribuzione.
6. È in fase di completamento la convenzione con ISPRA (di cui si è comunicato nella seduta di febbraio), per un servizio di definizione, sperimentazione e pubblicazione delle Schede di Monitoraggio delle specie di Invertebrati di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CE, allegati II, IV, V). In tale contesto sono state elaborate le schede di monitoraggio di 58 specie di Anellidi, Molluschi, Crostacei ed Insetti inseriti nella Direttiva, sono stati testati i metodi proposti per il monitoraggio di 8 di queste specie, e si è partecipato a due conferenze di valutazione con le regioni, il Ministero dell'Ambiente e la CE.

7) Pubblicazioni dell'Accademia

Il Presidente chiede all'Accademico Roberto NANNELLI di illustrare la situazione relativa alle pubblicazioni dell'Accademia. L'Accademico comunica che nel mese di marzo è stato completato e pubblicato il volume degli Atti e Rendiconti dell'Accademia, che contiene tutti i contributi presentati nelle Tavole Rotonde svolte dall'Accademia nel 2015. Per ragioni di carattere economico sono state stampate solo un numero limitato di copie cartacee necessarie per il Deposito legale, l'invio ai repertori bibliografici e alcune copie da mettere a disposizione delle biblioteche o degli Accademici che ne faranno richiesta. Il volume completo in formato PDF è stato inviato via mail a tutti gli Accademici e inserito sul sito dell'Accademia dove ogni articolo può essere consultato e scaricato gratuitamente. Il costo di preparazione e stampa del volume è stato in parte coperto dal contributo concesso per il 2015 dal MIBACT come documentato da relativa contabilità. Sempre per ragioni economiche è stato possibile pubblicare una sola monografia relativa alla Seduta Pubblica dell'Accademia del 16 gennaio 2016 intitolata “Gli insetti: una risorsa sostenibile per l'alimentazione”. Il volumetto è stato inviato al Ministro dell'Agricoltura che ha manifestato apprezzamento all'iniziativa attraverso una lettera inviata al Presidente dell'Accademia. Alcune copie della Monografia sono state anche diffuse in occasione dell'esposizione EXPO 2015 a Milano.

8) Richiesta finanziamenti e attività culturali

Su richiesta del Presidente, l'Accademico Roberto NANNELLI ricorda che, come già annunciato nell'Assemblea di febbraio, nel precedente mese è stata inoltrata richiesta al MIBACT per il contributo annuale ai sensi dell'art. 8 L. 534/94 per l'attività culturale del 2016. Al momento non abbiamo ancora ricevuto nessuna notizia di assegnazione del finanziamento, ma solitamente negli anni passati la comunicazione era pervenuta nel mese di ottobre.

Per quanto riguarda le attività culturali, il Presidente ricorda che per venerdì 18 novembre 2016 pomeriggio è da tempo prevista la Tavola Rotonda organizzata dagli Accademici Paolo Aldo AUDISIO, Francesco NAZZI e Rita CERVO su “*Aetina tumida* e altre problematiche riguardanti l’apicoltura”. Su richiesta del Presidente, l’Accademico Andrea BATTISTI comunica che, nell’ambito degli incontri di novembre organizzati in collaborazione tra Accademia e Società Entomologica Italiana, la Tavola rotonda sarà preceduta da due mezze giornate sui seguenti temi:

- giovedì 17 pomeriggio: “*Drosophila suzukii*”, incontro coordinato da Nicola MORI e da un rappresentante della Fondazione Mach da definire.
- venerdì 18 mattina: “Malattie dell’uomo e degli animali trasmesse da artropodi”, incontro coordinato dall’Accademico Claudio BANDI e da Alessandra DELLA TORRE (di fatto una parte della sessione di Entomologia medico-veterinaria non tenutasi a Padova per il concomitante Congresso di Parassitologia a Bari). I contenuti sono in fase di definizione, così come la sede dei due incontri.

Sabato 19 novembre sono previste le letture del Prof. Carlo RICCI dell’Università di Perugia su “Coleotteri Coccinellidi: tratti essenziali di morfologia funzionale, etologia e biodiversità” e dell’Accademico Francesco FRATI su “Collemboli antartici: origine, evoluzione e adattamento”.

L’Accademico F. PENNACCHIO ricorda che il Meeting 2016 of the European Insect Sciences avrà luogo dal 27 al 29 Ottobre in Francia, a La Colle sur Loup (Nice).

Per il 2017, è previsto che per il venerdì di febbraio il Prof. Carlo DUSO e l’Accademico Andrea LUCCHI coordinino una Tavola Rotonda su “Effetto sull’entomofauna dell’applicazione su larga scala della Difesa integrata”. Per il sabato mattina successivo, sono in corso contatti con il Dr. Stefano VANIN per una Lettura sull’Entomologia Forense.

Per giugno 2017 è stata proposta dall’Accademico Marzio ZAPPAROLI l’organizzazione di una Tavola Rotonda su “Artropodi del suolo”, che potrebbe iniziare il venerdì mattina e continuare nel pomeriggio, una volta verificata la disponibilità dell’aula in Firenze. La Lettura di sabato mattina è ancora da definirsi.

A novembre 2017, l’Accademica Cristina DIGILIO coordinerà, con l’auspicata collaborazione dell’Accademica Onoraria Angharad GATEHOUSE, la Tavola Rotonda del venerdì pomeriggio su “L’interazione insetto-pianta”. La Lettura di sabato mattina è ancora da definirsi.

9) Varie ed eventuali

L’Accademico F. PENNACCHIO relaziona brevemente sul soddisfacente stato di avanzamento della organizzazione del XI European Congress of Entomology, che si terrà a Napoli dal 2 al 6 luglio 2018.

L’Accademico Andrea BATTISTI comunica che, in relazione all’International Congress of Entomology del 2020, l’Accademia e la SEI sono state coinvolte con le Società di Grecia, Francia e Spagna in una proposta che verrà discussa al prossimo ICE 2016 di Orlando, per l’organizzazione del successivo ICE 2020 nell’isola di Creta. La proposta, partita inizialmente dai colleghi greci, si è in seguito rafforzata con la partecipazione di altri tre Paesi mediterranei per dare all’insieme un contesto euro-mediterraneo.

La seduta dell’Assemblea Plenaria è tolta alle ore 19.15

Il Segretario verbalizzante
Barbara GIORDANA

Il Presidente
Romano DALLAI

ASSEMBLEA ORDINARIA

Presiede il Presidente Prof. Romano DALLAI

Segretario verbalizzante: la Vicepresidente Prof. Barbara GIORDANA

Il giorno 21 giugno 2016 alle 19.15, presso l'Orto Botanico di Padova, via Orto Botanico 15, come da convocazione, il Presidente apre la seduta.

In mancanza del Segretario, Accademico P. CRAVEDI, assente giustificato, il Presidente designa la Vice Presidente B. GIORDANA come Segretario verbalizzante.

Sono presenti gli Accademici:

Emeriti: S. BARBAGALLO, R. DALLAI, V. GIROLAMI.

Ordinari: A. ALMA, A. BATTISTI, M. BOLOGNA, P. BRANDMAYR, A. CASALE, A.M. FAUSTO, B. GIORDANA, C. MALVA, M. MAZZINI, A. MINELLI, R. NANNELLI, G. NUZZACI, F. PENNACCHIO, R. POGGI, C. RAPISARDA.

Onorari: A. M. R. GATEHOUSE

Hanno giustificato la propria assenza gli Accademici: *Emeriti:* A. ARZONE, P. BARONIO, A.M. BONVICINI PAGLIAI, G. BRIOLINI, M.V. COVASSI, F. FRILLI, L. MASUTTI, E. MELLINI, G. MINEO, R. MONACO, G. OSELLA, M.M. PRINCIPI, S. RAGUSA DI CHIARA, L. RIVOSECCI, L. SANTINI, M. SOLINAS, S. ZANGHERI. *Ordinari:* P.A. AUDISIO, P. CRAVEDI, F. FRATI, G. GASPERI, P. LUCIANO, S. MAINI, M. MAROLI, S. LONGO, L. SÜSS, S. TURILLAZZI, A. VIGNA TAGLIANTI.

Viene discusso il seguente O.d.g.:

- 1) Approvazione del verbale della seduta precedente (20 febbraio 2016)
- 2) Comunicazioni del Presidente
- 3) Varie ed eventuali

- 1) Approvazione del verbale della seduta precedente (20 febbraio 2016)

Il verbale dell'Assemblea Ordinaria del 20 febbraio 2016, già inviato a suo tempo per posta elettronica a domicilio degli Accademici, viene approvato all'unanimità.

- 2) Comunicazioni del Presidente

Il Presidente comunica che, a norma dello Statuto (Articoli 12 e 13) e del Regolamento (Art. 7), a fronte di 5 posti disponibili per Accademico Ordinario e 7 posti per Accademico Straordinario, sono pervenute entro il 30 aprile 2016 le seguenti proposte per nuovi Accademici, che saranno votate nell'Assemblea Ordinaria di novembre 2016:

- Tre proposte per Accademico Ordinario che riguardano gli Accademici Straordinari:
 - Bruno MASSA, presentato dagli Accademici Salvatore RAGUSA, Giorgio NUZZACI e Luciano SÜSS;
 - Ignazio FLORIS, presentato dagli Accademici Pietro LUCIANO, Gavino DELRIO e Stefano TURILLAZZI;
 - Agatino RUSSO, presentato dagli Accademici Carmelo RAPISARDA, Alberto ALMA e Francesco PENNACCHIO;
- Cinque proposte per Accademico Straordinario che riguardano i professori:
 - Roberto PANTALEONI, presentato dagli Accademici Gavino DELRIO, Mario SOLINAS, Pietro LUCIANO e Achille CASALE;
 - Emilio BALLETO, presentato dagli Accademici Achille CASALE, Francesco PENNACCHIO e Valerio SBORDONI.

- Antonio Pietro GARONNA presentato dagli Accademici Francesco PENNACCHIO, Giuseppe ROTUNDO e Andrea BATTISTI;
- Carlo RICCI presentato dagli Accademici Sebastiano BARBAGALLO, Mario SOLINAS e Luciano SÜSS.
- Carlo DUSO presentato dagli Accademici Andrea BATTISTI, Gavino DELRIO e Alessandro MINELLI.

Il Presidente fa presente che in seguito alla recente scomparsa dell'Accademico Onorario Vittorio DELUCCHI, si è reso disponibile un posto di Accademico Onorario e ricorda che già in precedenza era stata avanzata la proposta del Prof. Rolf George Beutel.

- Hanno completato il quinquennio gli Accademici Straordinari Enrico DE LILLO, Giuseppina PELLIZZARI e Marina COBOLLI, che dovranno essere confermati a novembre.

Il Presidente ricorda che l'attuale Consiglio di Presidenza sta terminando il triennio e che la nuova votazione avrà luogo nell'Assemblea Ordinaria di novembre 2016. In considerazione dell'intervento dell'Accademico Mario SOLINAS, riportato nel verbale dell'Adunanza del 21 febbraio 2016, l'attuale Consiglio dà la sua disponibilità al rinnovo per un successivo triennio.

Varie ed eventuali.

Nessuna.

La seduta dell'Assemblea Ordinaria è tolta alle ore 19.45

Il Segretario verbalizzante
Barbara GIORDANA

Il Presidente
Romano DALLAI

VERBALI DELLE ADUNANZE DEL 18 - 19 NOVEMBRE 2016

Presiede il Vice-Presidente Prof. Romano DALLAI
Segretario verbalizzante: il Segretario Prof. Piero CRAVEDI

SEDUTA PUBBLICA

Venerdì 18 novembre 2016, alle ore 14:30, a Firenze in via Romana 17 Aula 1, come da convocazione del Presidente, iniziano i lavori della Seduta Pubblica.

Sono presenti gli Accademici:

Emeriti: S. BARBAGALLO, R. DALLAI, B. GIORDANA.

Ordinari: A. ALMA, P.A. AUDISIO, A. BATTISTI, P. BRANDMAYR, A. CASALE, P. CRAVEDI, G. DELRIO, A.M. FAUSTO, G. GASPERI, P. LUCIANO, M. MAROLI, A. MINELLI, R. NANNELLI, G. NUZZACI, F. PENNACCHIO, C. RAPISARDA, G. ROTUNDO, V. SBORDONI, S. TURILLAZZI.

Straordinari: R. CERVO, M. COBOLLI, S. COLAZZA, E. DE LILLO, A. DI PALMA, I. FLORIS, G.S. GERMINARA, B. MASSA, F. NAZZI, G. PELLIZZARI, A. RUSSO, M. ZAPPAROLI.

Hanno giustificato la propria assenza gli Accademici: *Emeriti:* A. ARZONE, P. BARONIO, A.M. BONVICINI PAGLIAI, G. BRIOLINI, L. BULLINI, M.V. COVASSI, F. FRILLI, V. GIROLAMI, L. MASUTTI, E. MELLINI, G. MINEO, R. MONACO, G. OSELLA, M.M. PRINCIPI, S. RAGUSA DI CHIARA, L. RIVOSECCHI, L. SANTINI, M. SOLINAS, S. ZANGHERI. *Ordinari:* M. BINAZZI, M. A. BOLOGNA, F. FRATI, S. LONGO, S. MAINI, C. MALVA, M. OLMI, R. POGGI, P.F. ROVERSI, L. SÜSS, O. TRIGGIANI. *Straordinari:* A. BALLERIO, M. BIONDI, C. BANDI, N. ISIDORO, A. LUCCHI.

Alla Seduta Pubblica sono presenti anche numerosi ricercatori e studiosi ospiti dell'Accademia

Il tema della Tavola Rotonda verte su:

*“Avversità delle api e nuove minacce di insetti alieni per l'apicoltura italiana:
Aethina tumida e Vespa velutina”*

Il Presidente Romano DALLAI apre la Seduta Pubblica e invita gli Accademici organizzatori della Tavola Rotonda a coordinare i lavori.

Si susseguono gli interventi:

- Accademico Francesco NAZZI: introduzione generale.
- Accademico I. FLORIS (Università di Sassari) - Quadro generale della situazione dell'apicoltura italiana alla luce delle avversità di recente introduzione.
- F. MUTINELLI (Istituto Zooprofilattico delle Venezie) e V. PALMERI (Università di Reggio Calabria) - Cronistoria dell'infestazione di *Aethina tumida* in Italia e degli interventi messi in atto a partire dal settembre 2014.
- Accademico P.A. AUDISIO - Origine di *Aethina tumida* e adattamenti dall'antofagia alla melittofagia; dallo studio dell'autoecologia in natura alla pianificazione di interventi di controllo.
- M. LODESANI (CREA-apicoltura, Bologna) - Epidemiologia di *Aethina tumida* nelle aree di nuova introduzione (USA, Messico e Canada) e obiettivi del Progetto Finalizzato MIPAAF “AETHI-NET”.
- Accademico P.A. AUDISIO - Modelli probabilistici e scenari di potenziale diffusione di *Aethina tumida* in Italia e in Europa.
- K. MONCEAU (Centres d'Etudes Biologiques de Chizé, University of la Rochelle, France) - *Vespa velutina*: current situation and perspectives.
- L. BORTOLOTTI (CREA-Apicoltura di Bologna) - Progetto Velutina: la ricerca italiana a caccia di soluzioni.

- M. PORPORATO (Università di Torino, DISAFA) - *Vespa velutina*: dal suo arrivo in Europa alla sua gestione in Italia con il progetto LIFE STOPVESPA.
- A. CINI (Università di Firenze, Dipartimento di Biologia) - Indagini preliminari sulla presenza di feromoni sessuali nel calabrone invasivo, *Vespa velutina*.

Segue un'interessante discussione coordinata dagli Accademici F. NAZZI, P.A. AUDISIO e R. CERVO al termine della quale la Seduta si conclude alle ore 18:30.

I testi delle relazioni verranno pubblicati sugli Atti-Rendiconti 2016 dell'Accademia.

Il Segretario verbalizzante
Piero CRAVEDI

Il Presidente
Romano DALLAI

ASSEMBLEA PLENARIA

Presiede il Presidente Prof. Romano DALLAI
Segretario verbalizzante: il Segretario Prof. Piero CRAVEDI

Sabato 19 novembre 2016 alle ore 9:30, a Firenze Cascine del Riccio, via Lanciola 12/A come da convocazione del Presidente iniziano i lavori dell'Assemblea Plenaria.

Sono presenti gli Accademici:

Emeriti: S. BARBAGALLO, M.V. COVASSI, R. DALLAI, B. GIORDANA, V. GIROLAMI, L. MASUTTI, S. RAGUSA DI CHIARA, L. SANTINI, M. SOLINAS.
Ordinari: A. ALMA, P.A. AUDISIO, A. BATTISTI, A. BINAZZI, M.A. BOLOGNA, P. BRANDMAYR, A. CASALE, P. CRAVEDI, G. DELRIO, A.M. FAUSTO, G. GASPERI, P. LUCIANO, M. MAROLI, M. MAZZINI, A. MINELLI, R. NANNELLI, G. NUZZACI, M. OLMI, F. PENNACCHIO, C. RAPISARDA, G. ROTUNDO, P.F. ROVERSI, V. SBORDONI, L. SUSS, S. TURILLAZZI.
Straordinari: A. BALLERIO, R. CERVO, M. COBOLLI, S. COLAZZA, M. CRISTOFARO, E. DE LILLO, C. DIGILIO, A. DI PALMA, I. FLORIS, S. GERMINARA, N. ISIDORO, A. LUCCHI, B. MASSA, F. NAZZI, G. PELLIZZARI, A. RUSSO, M. ZAPPAROLI.

Hanno giustificato la propria assenza gli Accademici: *Emeriti*: A. ARZONE, P. BARONIO, A.M. BONVICINI PAGLIAI, G. BRIOLINI, L. BULLINI, F. FRILLI, E. MELLINI, G. MINEO, R. MONACO, G. OSELLA, M.M. PRINCIPI, L. RIVOSECCHI, S. ZANGHERI. *Ordinari*: F. FRATI, S. LONGO, S. MAINI, C. MALVA, R. POGGI, O. TRIGGIANI. *Straordinari*: C. BANDI, M. BIONDI,

Viene discusso il seguente Ordine del giorno:

- Approvazione dei verbali delle sedute precedenti (21 giugno 2016)
- Comunicazioni del Presidente
- Proclamazione e consegna Diplomi ai nuovi Accademici Ordinari
- XXV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia - Padova - giugno 2016
- Fauna d'Italia
- Programma definitivo delle Sedute per l'A.A. 2017
- Varie ed eventuali

1) Approvazione dei verbali delle sedute precedenti (21 giugno 2016)

Vengono esaminati i verbali della Riunione congiunta Accademia Nazionale Italiana di Entomologia e Società Entomologica Italiana per la consegna del Premio Osella 2016 e del Premio

Binaghi e della Assemblea Plenaria del 21 giugno 2016 a Padova, già inviati a suo tempo per posta elettronica al domicilio degli Accademici.

I verbali vengono approvati all'unanimità.

2) Comunicazioni del Presidente

Il Presidente informa che le Giornate culturali tenutesi a Firenze nei giorni 17 e 18 novembre, precedenti le adunanze dell'Accademia, hanno avuto un notevole successo. L'iniziativa realizzata congiuntamente dalla nostra Accademia e la Società Entomologica Italiana è stata di elevato livello scientifico e ha avuto un numero pubblico.

La partecipazione prevedeva l'iscrizione e il pagamento di una quota. Il risultato positivo stimola l'organizzazione di attività analoghe che rispondono ad esigenze culturali e possono fornire entrate finanziarie preziose per il funzionamento dell'Accademia.

Su invito del Presidente, l'Accademico F. PENNACCHIO illustra la situazione relativa all'organizzazione dell'XI European Congress of Entomology.

Gli organizzatori hanno avviato un'intensa interlocuzione con il Comitato Scientifico dell'XI European Congress of Entomology, anche con una riunione tenuta in occasione dell'International Congress of Entomology 2016 (Orlando, 26 settembre 2016). Si è convenuto che i membri del Comitato Scientifico in carico delle diverse sessioni in cui è articolato il congresso definiscano 3 aree tematiche ampie, da condividere, successivamente, con tutti gli altri per definire una lista finale di simposi. A questi simposi parteciperanno come "invited speakers" circa il 50%, mentre gli altri verranno selezionati dalle presentazioni inoltrate liberamente. In questo modo si evita di dovere selezionare le proposte di simposi che potrebbero pervenire in eccesso rispetto ai limiti di spazio, qualora si aprisse una procedura di libera sottomissione all'esterno.

Il Presidente comunica poi che:

- l'Accademico F. FRILLI è stato nominato Professore Emerito dall'Università di Udine e che l'Accademico F. FRATI è stato eletto Rettore dell'Università di Siena.

L'Assemblea si congratula con i due colleghi Accademici per i prestigiosi riconoscimenti.

- Recentemente è mancato l'Accademico Onorario Gerd ALBERTI. Il Presidente esprime il cordoglio dell'Accademia per la notizia e invita l'Assemblea a osservare un minuto di silenzio. Dopo la pausa di raccoglimento, prosegue sollecitando l'individuazione di un relatore per la commemorazione dell'autorevole collega.
- Il Ministero dei Beni e delle attività culturali e del turismo (MIBACT) ha comunicato la concessione di un finanziamento per l'anno 2016 di circa 16.000 Euro. L'importo è superiore a quello preventivato e consente di affrontare spese non previste nel bilancio preventivo a suo tempo approvato. Si tratta di una preziosa opportunità per sostenere spese da tempo rinviate. Nella prossima Assemblea Ordinaria, che si terrà oggi stesso, verranno esaminati i possibili impegni economici per la rendicontazione del finanziamento.

3) Proclamazione e consegna Diploma nuovo Accademico Ordinario.

Il Presidente informa che il neonominato Accademico Ordinario F. FRATI ha giustificato l'assenza a causa dei nuovi importanti impegni connessi alla sua recente nomina a Rettore dell'Università di Siena. Il Diploma di Accademico Ordinario gli sarà consegnato in una prossima occasione.

4) XXV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia - Padova - giugno 2016

Su invito del Presidente, l'Accademico A. BATTISTI fornisce informazioni sul XXV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia che si è tenuto a Padova dal 20 al 24 giugno 2016.

Al Congresso hanno partecipato 320 ricercatori e studiosi provenienti dalle Università italiane e dai maggiori Centri pubblici di ricerca entomologica.

Le attività congressuali sono state arricchite dalle relazioni di alcuni studiosi stranieri che hanno apportato contributi originali e innovativi.

Il Congresso si è articolato in sessioni plenarie e parallele per dare spazio a 346 contributi fra letture plenarie, comunicazioni orali e poster.

I riassunti delle comunicazioni orali e i poster sono stati pubblicati sugli Atti disponibili sul sito della nostra Accademia.

5) Fauna d'Italia

Su invito del Presidente l'Accademico Marco A. BOLOGNA, Presidente del Comitato Scientifico per la Fauna d'Italia, prende la parola e riferisce:

Nei mesi successivi alla seduta di giugno, l'attività del Comitato Scientifico per la Fauna d'Italia si è articolata come segue:

- a) Volume 51, Ascidiacea, autori Francesco MASTROTOTARO e Riccardo BRUNETTI: dopo l'invio in stampa (VI.2016) si è ancora in attesa, nonostante ripetuti solleciti, delle bozze, previste per il 15 novembre. Questo volume sarà stampato con il parziale contributo del CSFI.
- b) Ristampa nel mese di agosto del volume 42 della Fauna, Amphibia, esaurito, col contributo finanziario della *Societas Herpetologica Italica*. Il volume è di nuovo disponibile in catalogo.
- c) Volume 52 Hymenoptera Symphita I, autore Fausto PESARINI: la revisione scientifica del testo, operata dagli Accademici A. CASALE, A. MINELLI e M.A. BOLOGNA è terminata. La consegna del testo avverrà entro il mese di novembre 2016 a causa di un piccolo ritardo nel completamento delle figure. Questo volume sarà stampato con il parziale contributo del CSFI.
- d) I volumi della collana Fauna d'Italia in fase di ultimazione per il 2017 sono:
 - Lepidoptera Coleophoridae (autore Giorgio BALDIZZONE): è prevista la consegna nel gennaio 2017. Tutor del volume per il CSFI è l'accademico A. CASALE;
 - Homoptera Psilloidea (autore l'accademico C. RAPISARDA): è prevista la consegna nell'autunno 2017. Tutor del volume è l'Accademico B. MASSA.
- e) Tra i volumi della Fauna in fase di preparazione per gli anni successivi si elencano:
 - Lepidoptera "Rhopalocera" (autori l'Accademico E. BALLETTTO *et al.*);
 - Cnidaria Scyphozoa (autori Fernando BOERO *et al.*);
 - Plathelminthes Turbellaria (pars) (autori Marco CURINI GALLETTI *et al.*);
 - Dermaptera (autori l'Accademico A. VIGNA TAGLIANTI *et al.*).
- f) Come già relazionato, a gennaio 2017 si darà avvio all'aggiornamento della "Checklist della fauna italiana", dopo 20 anni dall'edizione cartacea. La checklist sarà in forma solo informatica ed inserita nel sito web del CSFI, e prevede l'aggiornamento tassonomico e faunistico dei Protozoi e Metazoi della fauna italiana. Per lo sviluppo di tale iniziativa lavoreranno anche due assegnisti di ricerca, finanziati da Lifewatch Italia.
- g) A seguito di convenzione con ISPRA, sono state predisposte le schede per il monitoraggio di tutte le specie di Invertebrati inserite in Direttiva Habitat. Tali schede fanno parte dei tre manuali appena pubblicati a cura di ISPRA e Ministero dell'Ambiente e presentati, anche a cura del CSFI, a Roma agli inizi del mese di novembre.
- h) Il Comitato sarà coinvolto da ISPRA in due nuove convenzioni, la prima relativa al monitoraggio delle specie aliene invasive e la seconda per la continuazione del monitoraggio delle specie in Direttiva Habitat. Tali convenzioni consentono al Comitato di cofinanziare la stampa dei volumi della Fauna d'Italia.

6) Programma definitivo delle sedute per l'A.A. 2017

Il Presidente conferma che nel 2017 le adunanze dell'Accademia si terranno a Firenze il 17 e 18 febbraio, il 16 e 17 giugno e il 17 e 18 novembre.

- Nella Seduta Pubblica di venerdì 17 febbraio è prevista una Tavola Rotonda dedicata alla Difesa Integrata delle colture (IPM) coordinata dagli Accademici A. LUCCHI e C. DUSO.

- Nella Seduta Pubblica di sabato 18 febbraio è prevista la lettura dell'Accademico F. FRATI su "Collemboli antartici: origine, evoluzione e adattamento".
- Nella Seduta Pubblica di venerdì 16 giugno è prevista la Tavola Rotonda su "Artropodi del suolo: diversità e biocenosi" coordinata dall'Accademico M. ZAPPAROLI. A causa della complessità della tematica il numero di relazioni previsto sarà elevato per cui si decide di anticipare l'inizio della Tavola Rotonda a metà mattina per poi proseguire nel pomeriggio.
- Nella Seduta Pubblica di sabato 17 giugno è prevista la lettura del Prof. Stefano VANIN su "Nuove sfide e vecchi problemi nell'utilizzo degli insetti nelle indagini giudiziarie".
Tale lettura costituirà l'introduzione per una giornata scientifica dedicata all'Entomologia forense dal titolo preliminare "Dalle teche dei musei alle aule dei tribunali, dai laboratori ai libri di storia: l'Entomologia Forense e l'Archeo-entomologia funeraria in Italia", coordinata dal Prof. S. VANIN.
La data e la sede della Giornata di Studio non sono state, per ora, definite.
- Nella Seduta Pubblica di venerdì 17 novembre è prevista la Tavola Rotonda su "Interazione insetto pianta" coordinata dalle Accademiche C. DIGILIO e A.M.R. GATEHOUSE.
- Nella seduta Pubblica di sabato 18 novembre è prevista la lettura dell'Accademico V. GIROLAMI sulle simbiosi dei Ditteri Tripetidi.

Il Presidente ricorda la necessità di una programmazione poliennale da inserire nelle richieste di finanziamento che, frequentemente, coinvolgono un triennio e sollecita proposte di attività anche per l'anno 2018.

L'Accademico P. F. ROVERSI accoglie l'invito e si impegna per la Seduta Pubblica di febbraio 2018 a coordinare una Tavola Rotonda sulla "Crioconservazione".

7) Varie ed eventuali

Nessuna

La seduta dell'Assemblea plenaria è tolta alle ore 10:20

Il Segretario verbalizzante
Piero CRAVEDI

Il Presidente
Romano DALLAI

SEDUTA PUBBLICA

Sabato 19 novembre 2016 alle ore 10:30, presso la propria sede in via Lanciola 12/A, Cascine del Riccio, Firenze, il Presidente Romano DALLAI dichiara aperta la Seduta Pubblica.

Oltre agli Accademici presenti all'Assemblea Plenaria, partecipano altri numerosi studiosi e ricercatori ospiti dell'Accademia.

Il Presidente R. DALLAI invita il Prof. Carlo RICCI dell'Università di Perugia a presentare la lettura dal titolo:

"Coleotteri Coccinellidi: tratti essenziali di morfologia funzionale, etologia e biodiversità"

Segue un'interessante discussione, al termine della quale il Presidente ringrazia il relatore e coloro che sono intervenuti.

Il testo della lettura sarà pubblicato sugli Atti-Rendiconti 2016.

La Seduta è tolta alle ore 11:25.

Il Segretario verbalizzante
Piero CRAVEDI

Il Presidente
Romano DALLAI

ASSEMBLEA ORDINARIA

Presiede il Presidente Prof. Romano DALLAI

Segretario verbalizzante: il Segretario Prof. Piero CRAVEDI

Sabato 19 novembre 2016 alle ore 11:30, presso la propria sede in via Lanciola 12/A, Cascine del Riccio, Firenze, come da convocazione del Presidente, iniziano i lavori dell'Assemblea Ordinaria alla presenza degli Accademici:

Emeriti: S. BARBAGALLO, M.V. COVASSI, R. DALLAI, B. GIORDANA, V. GIROLAMI, L. MASUTTI, S. RAGUSA DI CHIARA, L. SANTINI, M. SOLINAS;

Ordinari: A. ALMA, P.A. AUDISIO, A. BATTISTI, A. BINAZZI, M.A. BOLOGNA, P. BRANDMAYR, A. CASALE, P. CRAVEDI, G. DELRIO, A.M. FAUSTO, G. GASPERI, P. LUCIANO, M. MAROLI, M. MAZZINI, A. MINELLI, R. NANNELLI, G. NUZZACI, M. OLMI, F. PENNACCHIO, C. RAPISARDA, G. ROTUNDO, P.F. ROVERSI, L. SUSS, V. SBORDONI, S. TURILLAZZI

Hanno giustificato la propria assenza gli Accademici: *Emeriti:* A. ARZONE, P. BARONIO, A.M. BONVICINI PAGLIAI, G. BRIOLINI, L. BULLINI, F. FRILLI, E. MELLINI, G. MINEO, R. MONACO, G. OSELLA, M.M. PRINCIPI, L. RIVOSCECHI, S. ZANGHERI; *Ordinari:* F. FRATI, S. LONGO, S. MAINI, C. MALVA, R. POGGI, O. TRIGGIANI, A. VIGNA TAGLIANTI.

Prima di dare inizio alla discussione dell'Ordine del giorno previsto, il presidente ricorda che, come anticipato nell'Assemblea Plenaria, il Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo (MIBACT) ha recentemente concesso all'Accademia il finanziamento di 15.998 Euro per attività culturali dell'anno 2016. L'importo del finanziamento è di molto superiore a quello previsto, per cui si ritiene necessaria una modifica degli impegni economici previsti nel Bilancio preventivo dell'anno 2016, a suo tempo approvato.

Il Presidente chiede quindi di variare l'ordine del giorno inserendo questo importante argomento.

L'Assemblea approva la variazione dell'Ordine del giorno consistente nell'inserimento del punto:

- Esame delle attività e delle relative spese che potranno essere sostenute con il finanziamento del MIBACT per il 2016.

L'argomento verrà affrontato come punto 2, dopo l'approvazione del verbale della seduta precedente.

Viene quindi discusso l'Ordine del giorno così modificato:

- 1) Approvazione del verbale della seduta precedente (21 giugno 2016).
- 2) Esame delle attività e delle relative spese che potranno essere sostenute con il finanziamento MIBACT per il 2016
- 3) Comunicazioni del Presidente.
- 4) Esame e approvazione del Bilancio preventivo a.f. 2017
- 5) votazione per il rinnovo del Consiglio di Presidenza per il triennio 2017-2019
- 6) votazione per l'elezione di nuovi Accademici Ordinari
- 7) votazione per l'elezione di nuovi Accademici Straordinari
- 8) votazione per la conferma degli Accademici Straordinari in scadenza di quinquennio
- 9) Varie ed eventuali.

- 1) Approvazione del verbale della seduta precedente (21 giugno 2016)

Viene esaminato il verbale della Seduta Ordinaria del 21 giugno 2016, già inviato a suo tempo per posta elettronica al domicilio degli Accademici.

Il verbale viene approvato all'unanimità.

2) Esame delle attività e delle relative spese che potranno essere sostenute con il finanziamento MIBACT per il 2016.

Il Presidente invita il Tesoriere Roberto NANNELLI a presentare le proposte di impegni economici per la rendicontazione del finanziamento di 15.998 Euro concesso per il 2016 dal Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo.

Entro la metà di dicembre 2016 si dovrebbero impegnare e far fatturare le seguenti spese:

- Rimborso al relatore straniero per la partecipazione alla Tavola Rotonda del 18 novembre 2016 (importo stimato circa 1.000 Euro).
- Aggiornamento del sito Web dell'Accademia e compenso per la gestione del sito per il 2016 (1.500 Euro).
- Acquisto di nuovo computer portatile e memoria esterna per il Tesoriere (importo stimato 750 Euro).
- Fattura della Tipografia Coppini per lo stato di avanzamento nella preparazione del volume degli Atti-Rendiconti 2016 e la preparazione e la stampa delle monografie relative alle Tavole Rotonde di febbraio e novembre 2016 (1.500 Euro).
- Fattura per anticipo all'Agenzia Event Planet di Napoli per caparra confermatrice locali svolgimento Congresso Europeo di Napoli del 2018 (importo previsto 5.000 Euro).

Entro marzo 2017 si dovrebbero impegnare e fatturare le seguenti spese:

- Rimborso al relatore straniero partecipante alla Tavola Rotonda di febbraio 2017.
- Tipografia Coppini come saldo dei lavori di preparazione del volume Atti-Rendiconti del 2016, stampa del volume cartaceo e stampa delle monografie relative alle Tavole Rotonde 2016 (4.500 Euro).
- Fattura rivista ENTOMOLOGIA (spesa prevista 1.500 Euro).

Nel Bilancio preventivo per il 2017 andrà inserita la spesa di circa 6.000 Euro per pubblicazioni dell'Accademia e rimborsi di circa 1.000 Euro per rimborso spese dei relatori stranieri (Tavola Rotonda di febbraio 2017).

Segue una breve discussione con richiesta di qualche delucidazione.

L'Assemblea esprime soddisfazione per il finanziamento ottenuto, apprezza l'impegno del Consiglio di Presidenza per una sua ottimale utilizzazione e approva la proposta di variazione al bilancio illustrata dal Tesoriere.

3) Comunicazioni del Presidente

Il Presidente dichiara che non vi sono comunicazioni.

4) Esame e approvazione Bilancio preventivo anno finanziario 2017.

Il Presidente invita il Tesoriere NANNELLI, a presentare il Bilancio preventivo per l'anno finanziario 2017.

Completata l'illustrazione e non essendovi richieste di ulteriori dettagli, il Presidente pone in votazione il Bilancio preventivo 2017.

L'Assemblea non pone rilievi e approva all'unanimità.

5) Votazione per il rinnovo del Consiglio di Presidenza per il triennio 2017-2019

Il Presidente introduce l'argomento ricordando che l'Articolo 11 dello Statuto prevede che il Consiglio di Presidenza possa essere rieletto.

Il Presidente comunica inoltre che non è pervenuta alcuna nuova candidatura e che gli attuali componenti del Consiglio di Presidenza hanno dichiarato la propria disponibilità ad essere rieletti per il triennio 2017-2019 nei rispettivi ruoli di Presidente (Romano DALLAI), Vice Presidente (Barbara GIORDANA), Tesoriere (Roberto NANNELLI) e Segretario (Piero CRAVEDI).

Il Presidente, richiamati in particolare gli Articoli 15 e 16 dello Statuto e l'Articolo 6 del Regolamento,

- constatato che l'Assemblea è nelle condizioni di poter deliberare, essendo presente, come previsto dal citato Articolo 15 dello Statuto, la maggioranza assoluta degli Accademici Ordinari,
- designati gli Accademici M. MAROLI e M. SOLINAS quali scrutatori per questa e per le altre votazioni previste per la presente seduta,
- invita l'Assemblea a passare alle votazioni a scrutinio segreto, che danno i seguenti risultati.

a) Votazione per la carica di Presidente.

Presenti votanti 34. R. DALLAI ha ottenuto 31 voti; schede bianche: 3.

In seguito alla votazione, l'Accademico Emerito Romano DALLAI è eletto Presidente.

b) Votazione per la carica di Vice Presidente.

Presenti votanti 34. B. Giordana ha ottenuto 33 voti; schede bianche 1.

In seguito alla votazione l'Accademica Emerita Barbara GIORDANA è eletta Vice Presidente.

c) Votazione per la carica di Segretario.

Presenti votanti 34. P. CRAVEDI ha ottenuto voti 33; scheda bianca 1.

In seguito alla votazione l'Accademico Ordinario Piero CRAVEDI è eletto Segretario.

d) Votazione per la carica di Tesoriere.

Presenti votanti 34. R. NANNELLI ha ottenuto voti 33; scheda bianca 1.

In seguito alla votazione l'Accademico Ordinario Roberto NANNELLI è eletto Tesoriere.

L'Assemblea accoglie l'esito delle votazioni con un caloroso applauso, seguito da brevi interventi dei neoeletti per esprimere i più cordiali ringraziamenti agli Accademici elettori per la fiducia loro manifestata e per confermare la propria personale disponibilità a servire l'Accademia nel nuovo impegnativo mandato.

Su proposta del Presidente, l'Assemblea elegge per acclamazione l'Accademico Emerito Marco Vittorio Covassi e l'Accademico Ordinario Pio Federico Roversi quali revisori dei conti effettivi e l'Accademico Ordinario Stefano Turillazzi quale revisore dei conti supplente per il prossimo triennio.

6) Votazione per l'elezione di nuovi Accademici Ordinari.

A norma dello Statuto (Articoli 12 e 13) e del Regolamento (Articolo 7), a fronte di 5 posti disponibili per Accademico Ordinario sono pervenute entro il 30 aprile 2016 le seguenti proposte per nuovi Accademici per essere votate nell'Assemblea Ordinaria di novembre 2016.

Tre proposte per nuovi Accademici Ordinari che riguardano gli Accademici Straordinari:

- Bruno MASSA, presentato dagli Accademici Salvatore RAGUSA DI CHIARA, Giorgio NUZZACI e Luciano SÜSS;
- Ignazio FLORIS, presentato dagli Accademici Pietro LUCIANO, Gavino DELRIO e Stefano TURILLAZZI;
- Agatino RUSSO, presentato dagli Accademici Carmelo RAPISARDA, Alberto ALMA e Francesco PENNACCHIO.

Il Presidente verificata, come disposto dall'Articolo 13 dello Statuto, la presenza della maggioranza assoluta degli Accademici Ordinari, dichiara valida l'Assemblea.

- a) Viene portata in votazione a scrutinio segreto la candidatura dell'Accademico Straordinario Bruno MASSA. Come previsto dall'Articolo 12 dello Statuto l'Accademico Emerito Salvatore RAGUSA DI CHIARA illustra all'Accademia i meriti scientifici e accademici del candidato.

Il candidato raggiunge il quorum richiesto e il Presidente proclama Bruno MASSA eletto e da proporre, a norma dell'Articolo 14 dello Statuto, al Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo per la nomina ad Accademico Ordinario dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia da parte del Presidente della Repubblica.

- b) Viene portata in votazione a scrutinio segreto la candidatura dell'Accademico Straordinario Ignazio FLORIS. Come previsto dall'Articolo 12 dello Statuto l'Accademico Ordinario Gavino DELRIO illustra all'Accademia i meriti scientifici e accademici del candidato.

Il candidato raggiunge il quorum richiesto e il Presidente proclama Ignazio FLORIS eletto e da proporre, a norma dell'Articolo 14 dello Statuto, al Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo per la nomina ad Accademico Ordinario dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia da parte del Presidente della Repubblica.

- c) Viene portata in votazione a scrutinio segreto la candidatura dell'Accademico Straordinario Agatino RUSSO. Come previsto dall'Articolo 12 dello Statuto l'Accademico Ordinario Carmelo RAPISARDA illustra all'Accademia i meriti scientifici e accademici del candidato.

Il candidato raggiunge il quorum richiesto e il Presidente proclama Agatino RUSSO eletto e da proporre, a norma dell'Articolo 14 dello Statuto, al Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo per la nomina ad Accademico Ordinario dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia da parte del Presidente della Repubblica.

7) Votazioni per elezione nuovi Accademici Straordinari.

A norma dello Statuto (Articoli 12 e 13) e del Regolamento (Articolo 7), a fronte di 7 posti per Accademico Straordinario, sono pervenute entro il 30 aprile 2016 le seguenti 5 proposte per nuovi Accademici Straordinari per essere votate nell'Assemblea di novembre 2016.

- prof. Emilio BALLETTTO, presentato dagli Accademici Achille CASALE, Francesco PENNACCHIO e Valerio SBORDONI;
- prof. Carlo DUSO, presentato dagli Accademici Andrea BATTISTI, Gavino DELRIO e Alessandro MINELLI;
- prof. Antonio Pietro GARONNA, presentato dagli Accademici Francesco PENNACCHIO, Giuseppe ROTUNDO e Andrea BATTISTI;
- prof. Roberto PANTALEONI, presentato dagli Accademici Gavino DELRIO, Mario SOLINAS, Pietro LUCIANO e Achille CASALE;
- prof. Carlo RICCI, presentato dagli Accademici Sebastiano BARBAGALLO, Mario SOLINAS e Luciano SÜSS.

Il Presidente verificata, come disposto dall'Articolo 13 dello Statuto, la presenza della maggioranza assoluta degli Accademici Ordinari, dichiara valida l'Assemblea.

- Viene portata in votazione a scrutinio segreto la candidatura del prof. Emilio BALLETTTO. Come previsto dall'Articolo 12c.2, l'Accademico Ordinario Achille CASALE, illustra all'Assemblea i meriti scientifici e accademici del candidato.

Il candidato raggiunge il quorum richiesto e il Presidente proclama Emilio BALLETTTO Accademico Straordinario dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia per il quinquennio 2017-2021.

- Viene portata in votazione a scrutinio segreto la candidatura del prof. Carlo DUSO. Come previsto dall'Articolo 12c.2, l'Accademico Ordinario Andrea BATTISTI, illustra all'Assemblea i meriti scientifici e accademici del candidato.

Il Candidato raggiunge il quorum richiesto e il Presidente proclama Carlo DUSO Accademico Straordinario dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia per il quinquennio 2017-2021.

- Viene portata in votazione a scrutinio segreto la candidatura del prof. Antonio Pietro GARONNA. Come previsto dall'Articolo 12c.2, l'Accademico Ordinario Francesco PENNACCHIO illustra all'Assemblea i meriti scientifici e accademici del candidato.

Il candidato raggiunge il quorum richiesto e il Presidente proclama Antonio Pietro GARONNA Accademico Straordinario dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia per il quinquennio 2017-2021.

- Viene portata in votazione a scrutinio segreto la candidatura del prof. Roberto PANTALEONI. Come previsto dall'Articolo 12c.2, l'Accademico Ordinario Pietro LUCIANO illustra all'Assemblea i meriti scientifici e accademici del candidato.
Il candidato raggiunge il quorum richiesto e il Presidente proclama Roberto PANTALEONI Accademico Straordinario dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia per il quinquennio 2017-2021.
- Viene portata in votazione a scrutinio segreto la candidatura del prof. Carlo RICCI. Come previsto dall'Articolo 12c.2, l'Accademico Emerito Mario SOLINAS illustra all'Assemblea i meriti scientifici e accademici del candidato.
Il candidato raggiunge il quorum richiesto e il Presidente proclama Carlo RICCI Accademico Straordinario dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia per il quinquennio 2017-2021.

8) Votazione per la conferma degli Accademici Straordinari in scadenza di quinquennio

Il Presidente informa che per gli Accademici Straordinari Marina COBOLLI, Enrico DE LILLO e Giuseppina PELIZZARI è scaduto il quinquennio di appartenenza.

Il Presidente, verificato, come disposto dall'Articolo 13 dello Statuto, la presenza della maggioranza assoluta degli Accademici Ordinari dichiara valida l'Assemblea.

- Viene posta in votazione a scrutinio segreto la conferma dell'Accademica Straordinaria Marina COBOLLI. Come previsto dall'Articolo 10 del Regolamento, il Presidente ricorda all'Assemblea l'impegno scientifico, l'interesse e la partecipazione attiva dimostrata dalla confermanda e il desiderio espresso dalla medesima di poter continuare in futuro.
La candidata raggiunge il quorum previsto e il Presidente la proclama confermata per il quinquennio 2017-2021.
- Viene posta in votazione a scrutinio segreto la conferma dell'Accademico Straordinario Enrico DE LILLO. Come previsto dall'Articolo 10 del Regolamento, il Presidente ricorda all'Assemblea l'impegno scientifico, l'interesse e la partecipazione attiva dimostrata dal confermando e il desiderio espresso dal medesimo di poter continuare in futuro.
Il Candidato raggiunge il quorum previsto e il Presidente lo proclama confermato per il quinquennio 2017-2021.
- Viene posta in votazione a scrutinio segreto la conferma dell'Accademica Giuseppina PELIZZARI. Come previsto dall'Articolo 10 del Regolamento, il Presidente ricorda all'Assemblea l'impegno scientifico, l'interesse e la partecipazione attiva dimostrata dalla confermanda e il desiderio espresso dalla medesima di poter continuare in futuro.
La candidata raggiunge il quorum previsto e il Presidente la proclama confermata per il quinquennio 2017-2021.

9) Varie ed eventuali

Nessuna

La seduta dell'Assemblea Ordinaria è tolta alle ore 13:10.

Il Segretario verbalizzante
Piero CRAVEDI

Il Presidente
Romano DALLAI

IL FENOMENO DELL'ENDEMISMO NELL'ENTOMOFAUNA ITALIANA: ASPETTI GENERALI E CONSERVAZIONE

MAURIZIO BIONDI (*)

(*) Dipartimento di Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Sezione di Scienze Ambientali, Via Vetoio 12
67100 L'Aquila – Italy; e-mail: maurizio.biondi@univaq.it
Lettura tenuta nella Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 20 febbraio 2016

The endemic component in the Italian insect fauna: general aspects and conservation

Over 55% of the whole Italian fauna is represented by insects, with a percentage about 8.4% of endemic species. However, the rate of endemism is very variable within the different orders, with values from 0 to 50%. The most frequent distribution patterns in the Italian insect fauna are the “alpine” (33.52%), the “apennine” (22.1%) and the “sardinian-corsican”. Notwithstanding the high biogeographic and ecological importance of the many endemic species of insects present in our Peninsula, the actions finalized to their conservation and management are very scarce and often ineffective.

KEY WORDS: Insects, endemism, Italian fauna.

INTRODUZIONE

Anche se non esiste ancora un accordo generale sul fatto che le strategie di conservazione ambientale debbano concentrarsi innanzitutto su fenomeni di endemismo o rarità, minacce di estinzione e hot-spots di ricchezza specifica, in quanto la correlazione tra questi fattori ed il loro ruolo come indicatori di biodiversità sono ancora molto controversi (BONN *et al.*, 2002; JETZ *et al.* 2004, LAMOREUX *et al.*, 2006; ORME *et al.*, 2005; PRENDERGAST *et al.*, 1993; REID, 1998), è pur vero che l'individuazione di aree con grandi concentrazioni di taxa endemici riveste senza dubbio un'importanza fondamentale nelle analisi biogeografiche e nella programmazione di azioni scientificamente corrette finalizzate alla tutela ambientale (BROOKS *et al.*, 2006; BURKALOVA *et al.*, 2011; WHITTAKER *et al.*, 2005; WILSON *et al.*, 2006).

La presente lettura si propone quindi di fornire, attraverso le informazioni inerenti la componente entomologica, un quadro di riferimento generale sul fenomeno dell'endemismo nella fauna italiana. A questo riguardo, vengono discussi alcuni modelli generali di distribuzione e la loro possibile storia, tenendo conto anche dei principali fattori che minacciano la sopravvivenza, presente e futura, della componente endemica, che rappresenta la frazione più vulnerabile e nel contempo biogeograficamente ed ecologicamente più informativa dell'intera fauna italiana.

L'Italia, infatti, con la sua peculiare complessità orografica-geologica e la sua estensione latitudina-

le, combinata con le sue diversificate porzioni insulari, costituisce un importante hotspot di biodiversità che, analogamente alle altre penisole dell'Europa meridionale, ospita un'ampia quantità di taxa endemici, sia floristici che faunistici, a livello regionale e locale.

La nostra nazione ha da circa vent'anni a disposizione importanti strumenti di conoscenza relativi alla presenza e distribuzione degli animali, strumenti soprattutto rappresentati dai progetti “Checklist delle specie della fauna italiana” (MINELLI *et al.*, 1993-1995) e “Checklist and distribution of the Italian fauna” (CkMap) (RUFFO e STOCH, 2006), i quali ci permettono di stimare in circa 55600 le specie sinora note, delle quali 46000 appartengono al phylum degli Artropodi nell'ambito dei quali oltre 37000 sono rappresentate da Insetti.

ALCUNE DEFINIZIONI

Molte sono le definizioni che sono state proposte per definire un taxon endemico e le caratteristiche storiche, geografiche ed ecologiche ad esso associate. Per un approfondimento al riguardo si rimanda soprattutto ai contributi di MAJOR (1988), ANDERSON (1994) e MYERS e DE GRAVE (2000).

Un “endemita”, tuttavia, è un taxon generalmente di livello specifico che presenta una distribuzione ristretta ad una delimitata area geografica e, da un punto di vista biogeografico, rappresenta un vero e proprio elemento identitario, analogamente

ad un monumento o ad una qualsiasi altra caratteristica esclusiva che permetta l'identificazione certa dell'area che lo ospita.

Diverse sono le definizioni che identificano le varie tipologie di endemiti e tra le più utilizzate ricordiamo:

- a) i “sub-endemiti”, ovvero i taxa distribuiti prevalentemente in una data area geografica ma che si estendono parzialmente anche in altre aree limitrofe;
- b) i “micro-endemiti” o “endemiti puntiformi”, che rappresentano invece i taxa esclusivi di una ristretta area geografica costituendone i veri e propri elementi identitari. In biogeografia, infatti, è la componente utilizzata per individuare gli hotspots di biodiversità;
- c) i “paleo-endemiti”, termine con il quale vengono definiti i taxa ben differenziati (generalmente di livello specifico o generico) di antica origine, per lo più da oligocenica a pliocenica, che si sono formati in territori isolati o il cui areale, originariamente più ampio, si è successivamente ridotto a quelle aree dove si sono mantenute le adeguate condizioni ecologiche. I paleoendemiti sono ritenuti quindi dei veri e propri “relitti biogeografici”, in quanto rappresentano spesso importanti testimonianze delle passate connessioni geografiche che hanno determinato la distribuzione della fauna antica e di conseguenza influenzato quella attuale;
- d) i “neo-endemiti”, che al contrario comprendono i taxa (generalmente di livello specifico o sottospecifico) originatisi più recentemente durante il Pleistocene, soprattutto negli ultimi 500.000 anni, e rappresentano il risultato di un intenso processo di differenziamento dovuto in gran parte alle alterne vicissitudini climatiche dovute alle glaciazioni del Quaternario. La loro condizione attuale di confinamento deriva, soprattutto, dall'isolamento ecologico di parte delle popolazioni originarie, che ha favorito l'evoluzione autonoma del loro pool genetico, portandole nel tempo (misurato più correttamente in numero di generazioni!) a raggiungere livelli di differenziamento specifico o subspecifico. Attualmente, i neo-endemiti occupano di norma l'area geografica dove si sono inizialmente originati ed il loro studio può fornire importanti indicazioni sulle tendenze evolutive della fauna attuale.

Quando più endemiti condividono la stessa area, questa viene definita “area di endemismo”, ovvero un'area di congruenza distribuzionale non casuale tra differenti taxa che può essere individuata attraverso metodi statistici o di ottimizzazione attraverso l'analisi degli areali di distribuzione di piante e animali (CROTHER e MURRAY, 2011). Tuttavia, poiché gli areali delle singole specie non sono generalmente

ric conducibili a geometrie rigide, la loro analisi combinata dà luogo normalmente a zone più o meno ampie di sovrapposizione parziale, per cui la delimitazione dei confini delle aree di endemismo non risulta immediatamente definibile e può quindi essere influenzata da un certo grado di soggettività (BIONDI, 2005). A questo scopo, sono state proposte diverse metodologie per l'individuazione di tali aree che, basandosi su criteri operativi predeterminati, tentano di eliminare o minimizzare le fonti di soggettività ed incongruenza, rappresentate principalmente dai fenomeni di dispersione, di contrazione dell'areale e/o di estinzione locale.

FATTORI STORICI CHE HANNO INFLUENZATO LA COMPOSIZIONE DELL'ENTOMOFAUNA ITALIANA

Vari sono i fattori storici che hanno influito sulla composizione attuale della fauna italiana in generale e dell'entomofauna nello specifico (LA GRECA, 2004; STOCH, 2006). Dall'analisi dei pattern di endemismo attuali, possiamo infatti ipotizzare come al corrente assetto zoogeografico dell'Italia abbiano concorso alcuni principali contingenti faunistici, penetrati nella nostra penisola attraverso ondate di colonizzazione con origini e cronologie differenziate.

Un primo nucleo è costituito dai paleoendemiti, di origine principalmente paleotirrenica o paleoegeica, diversificatisi soprattutto in conseguenza delle condizioni di insularità che hanno caratterizzato il territorio italiano nel periodo mio-pliocenico e che generalmente sono sopravvissute in ristrette aree di endemismo generalmente come forme ipogee o epigee a vagilità limitata. Tra le varie specie di insetti attribuibili a questo contingente possiamo ricordare: i Coleotteri *Carabus genei* Gén  (Sardegna e Corsica) (Carabidae), *Italaphaenops dimaioi* Ghidini (Veneto, Monti Lessini) (Carabidae), *Lessinodytes coaduroi* Vigna Taglianti (Veneto, Monti Lessini) (Carabidae), *Sardaphaenops adelphus* Casale (Sardegna) (Carabidae), *Speluncarius pesarinii* Bucciarelli (Veneto, Monte Grappa) (Carabidae), *Speomolops sardous* Patrizi (Sardegna) (Carabidae) e *Timarcha sardea* Villa (Sardegna e Corsica) (Chrysomelidae); l'Ortottero *Pamphagus sardeus* Herrich-Schaeffer (Sardegna) (Pamphagidae).

A questo nucleo originario si è in seguito sovrapposto un contingente di specie proveniente dall'Europa orientale e dall'Asia occidentale, penetrato in Italia a partire dal Pliocene (5-3 milioni di anni fa) e favorito da condizioni climatiche di tipo steppico. Il processo di colonizzazione da parte di queste specie è stato particolarmente efficace grazie all'instaurarsi di una continuità territoriale tra sistema alpino e sistema appenninico. A questo contingente possiamo attri-

buire, ad esempio, il Lepidottero *Erebia epiphron* (Knoch) (Satyridae) con le sue varie “razze geografiche” presenti nei vari sistemi montuosi europei, come anche molte delle numerose specie di Coleotteri del genere *Trechus* Clairville (Carabidae) presenti sull’arco alpino.

Il flusso di taxa di origine orientale si è nel tempo ulteriormente accresciuto con la penetrazione di elementi asiatico-europei e sibirico-europei, che si sono spinti sempre più a Sud durante le fasi catatermiche dei periodi glaciali del Quaternario, subendo poi una progressiva contrazione a seguito dei mutamenti climatici delle fasi anatermiche, in conseguenza della quale numerose popolazioni relitte sono rimaste isolate sui principali massicci montuosi, in particolare nella dorsale appenninica.

La più recente “contrazione” post-würmiana degli elementi frigofili, infine, ha permesso la penetrazione da Sud di un terzo contingente, quello “mediterraneo”, costituito da numerose specie termofile e xerotermodifile, attualmente presenti soprattutto nell’Italia insulare e peninsulare, che si sono a volte spinte anche a quote elevate, come ad esempio nel settore meridionale dell’Appennino.

Un ultimo importante fattore che ha concorso in periodi più recenti, in modo spesso determinante, a modificare quantitativamente, ed in alcuni casi anche qualitativamente, la composizione dell’entomofauna italiana è stato l’impatto antropico, che ha agito prevalentemente alle quote più basse, portando all’erosione di molti ambienti sensibili, soprattutto quelli umidi, e all’introduzione, volontaria o involontaria, di un elevato numero di specie alloctone.

PRINCIPALI TIPOLOGIE DI ENDEMISMO NELL’ENTOMOFAUNA ITALIANA

Le principali tipologie di endemismo riscontrabili nell’entomofauna italiana possono essere ricondotte principalmente ai corotipi di riferimento Sud-Europeo e W-Mediterraneo (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1999; BIONDI *et al.*, 2013).

Il primo comprende, oltre al modello cosiddetto “italico” diffuso in tutta la penisola, spesso con limitati sconfinamenti in aree limitrofe, anche i seguenti altri modelli di distribuzione:

- modello “alpino”, caratteristico di taxa endemici delle Alpi, generalmente limitati a specifici settori (alpino orientale, alpino meridionale, alpino occidentale, alpino sud-orientale, alpino sud-occidentale e padano). Numerosi sono gli esempi attribuibili a questo tipo di distribuzione, tra i quali ricordiamo: i Coleotteri *Carabus cychroides* Baudi di Selve (Carabidae), *Carabus olympiae* Sella (Carabidae), *Lessinodytes coaduroi* Vigna Taglianti (Carabidae)

e *Italaphaenops dimaioi* Ghidini (Carabidae), *Dichotrachelus augusti* F. Solari (Curculionidae); il Dermattero *Chelidura aptera* (Mergele) (Forficulidae); il Tricottero *Allogamus mendax* (McLachlan) (Limnephilidae);

- modello “alpino-appenninico”, generalmente rappresentato da elementi alpini che si estendono a sud nell’Appennino settentrionale. Anche se meno frequente del modello precedente, varie specie presentano questo tipo di distribuzione, come: i Coleotteri *Cychrus italicus* Bonelli (Carabidae); *Luperus leonardii* Fogato (Chrysomelidae), *Oreina elongata* (Suffrian) (Chrysomelidae) e *Cryptocephalus informis* Suffrian (Chrysomelidae); il Lepidottero *Erebia carmenta* Fruhstofer (Satyridae); il Plecottero *Protonemura caprai* Aubert (Nemouridae);
- modello “appenninico”, probabilmente uno dei modelli di endemismo più caratteristico della fauna italiana, delimitato spesso a specifici settori (appenninico settentrionale, appenninico centrale, appenninico meridionale, appenninico-siculo e siculo-appenninico meridionale). Questo tipo di distribuzione è riferibile ad un elevato numero di taxa di livello specifico e subspecifico, ma anche generico, e tra questi possiamo ricordare: per il modello appenninico, alcune specie di Blattarii del genere *Ectobius* Stephens (Blattellidae); i Coleotteri *Eurymeloe apenninicus* Bologna (Meloidae) e *Isotomus barbarae* Sama (Cerambycidae); il Dermattero *Pseudochelidura galvagnii* Vigna Taglianti (Forficulidae); i Lepidotteri *Zerynthia cassandra* (Geyer) (Papilionidae), *Brahmaea europaea* Hartig (Brahmeidae) e *Melanargia arge* (Sulzer) (Satyridae); l’Odonato *Cordulegaster trinacriae* (Waterston) (Cordulegastridae); mentre per il modello centro-appenninico: i Coleotteri *Luperus fiorii* Weise (Chrysomelidae), *Longitarsus springeri* Leonardi (Chrysomelidae), *Neocrepidodera melanothorax* Biondi (Chrysomelidae), *Psylliodes biondii* Leonardi (Chrysomelidae), e *Oreina sybilla* (Binaghi) (Chrysomelidae); le specie di Ortotteri del genere *Italopodisma* Harz (Acrididae).

Al corotipo W-Mediterraneo sono invece attribuibili i modelli di distribuzione rappresentati dai cosiddetti elementi di “fauna calda”, come:

- modello “tirrenico”, caratteristico di taxa con areale comprendente più isole del Tirreno e spesso esteso ad alcuni ambienti costieri peninsulari. A questo modello di distribuzione possiamo attribuire ad esempio: alcune specie di Blattarii del genere *Ectobius* Stephens (Blattellidae); i Coleotteri *Parabathyscia* (Leiodidae) e *Cryptocephalus biondii* Sassi & Regalin (Chrysomelidae); il Tricottero *Sericostoma vittatum* Rambur (Sericostomatidae);
- modelli “sardo” e “sardo-corso”, tipici di taxa endemici della Sardegna spesso condivisi con la Corsica.

Questi modelli di distribuzione sono molto frequenti, sia a livello specifico che generico, e tra i vari taxa possiamo ricordare come esempi: il Coleottero *Sagittotethes nuragicus* (Audisio & Jelinek) (Nitidulidae); l'Emittero *Nepa sardiniensis* Hungerford (Nepidae); alcune specie di Imenotteri del genere *Smicromyrme* Thomson (Mutillidae); i Lepidotteri *Papilio hospiton* Gén   (Papilionidae), *Aglaia ichnusa* (H  bner) (Nymphalidae) e *Zygaena corsica* Boisduval (Zygaenidae); l'Ortottero *Pamphagus sardeus* Herrich-Schaeffer (Pamphagidae);

- modelli “siculo” o “siculo-N-africano”, che comprendono taxa endemici della Sicilia, in alcuni casi estesi anche al Nord Africa. Esempi da attribuire a queste tipologie di distribuzione, sono: alcune specie di Coleotteri del genere *Pseudomeira* Stierlin (Curculionidae); l'Efemerottero *Electrogena hyblaea* Belfiore (Heptageniidae); il Lepidottero *Dyspessa aculeata* Turati (Cossidae); gli Ortoteri *Platycleis concii* Galvagni (Tettigonidae) e *Metaplastes ippolitoi* La Greca (Tettigonidae).

GENERALITÀ SUL FENOMENO

DELL'ENDEMISMO NELL'ENTOMOFAUNA ITALIANA

I pattern di distribuzione delle specie endemiche risultano fortemente autocorrelati. “Depurando” da

tale autocorrelazione, i fattori più significativi nella previsione del numero di endemiti risultano essere: la diversità ambientale, la quota altitudinale ed il grado di carsificazione del territorio, con correlazione positiva; mentre il grado di l'antropizzazione del territorio risulta inversamente correlato se valutato attraverso l'intensità della pratica agricola, che riduce in modo significativo la diversità ambientale. I fattori climatici attuali sembrano invece avere correlazioni deboli e statisticamente non significative, mentre i fattori storici rivestono, nel caso della fauna italiana, una maggiore importanza come predittori (STOCH, 2006).

Prendendo in considerazione la distribuzione percentuale delle specie endemiche nei diversi ordini di Insetti presenti nella fauna italiana (Fig. 1, Tab. 1), possiamo osservare come questa risulti più elevata nei Blattari (50,0%), conseguentemente al notevole contributo dato dalle numerose specie endemiche descritte nel genere *Ectobius* Stephens, con distribuzioni appenniniche o tirreniche. In generale, tuttavia, il fenomeno dell'endemismo risulta particolarmente ben rappresentato in ordini strettamente legati all'ambiente edafico, come i Dipluri (43,4%) e gli Embiotteri (40,0%), e in ordini caratterizzati da condizioni di atterismo primario o secondario, come i Microcorifi (29,8%) e parte dei Dermatteri (31,8%).

I tassi di endemismo, invece, diminuiscono sensi-

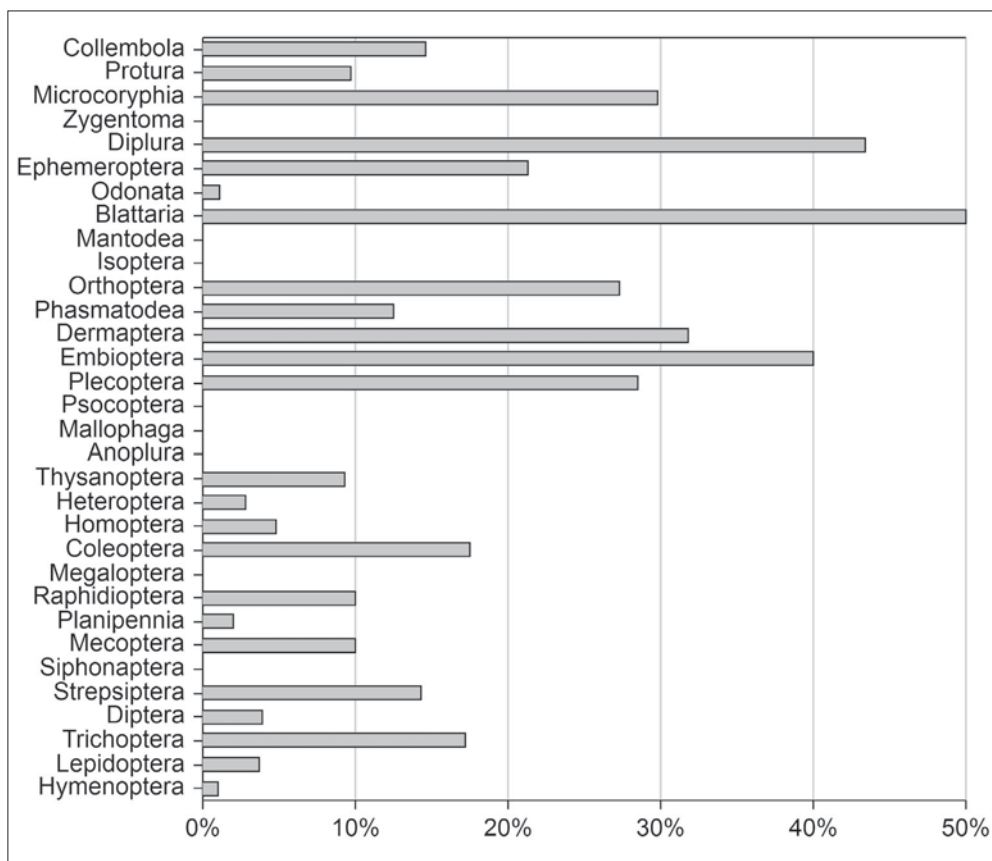


Fig. 1 – Istogramma del tasso percentuale di endemismo nei diversi ordini di Insetti della fauna italiana.

Tabella 1 – Numero totale di specie, numero di specie endemiche e tasso di endemicità in percentuale nei diversi ordini di Insetti della fauna italiana.

Ordine	Tot sp	Tot end	% end
Collembola	419	61	14,56
Protura	31	3	9,68
Microcoryphia	47	14	29,79
Zygentoma	19	0	0
Diplura	76	33	43,42
Ephemeroptera	94	20	21,28
Odonata	88	1	1,14
Blattaria	40	20	50,00
Mantodea	12	0	0
Isoptera	2	0	0
Orthoptera	333	91	27,33
Phasmatodea	8	1	12,50
Dermaptera	22	7	31,82
Embioptera	5	2	40,00
Plecoptera	144	41	28,47
Psocoptera	102	0	0
Mallophaga	243	0	0
Anoplura	24	0	0
Thysanoptera	214	2	0,93
Heteroptera	1373	38	2,77
Homoptera	2150	104	4,84
Coleoptera	12005	2096	17,46
Megaloptera	4	0	0
Raphidioptera	20	2	10,00
Planipennia	153	3	1,96
Mecoptera	10	1	10,00
Siphonaptera	81	0	0
Strepsiptera	21	3	14,29
Diptera	6601	258	3,92
Trichoptera	367	63	17,17
Lepidoptera	5086	188	3,70
Hymenoptera	7509	75	1,00

bilmente nei “grandi” ordini che, ad eccezione dei Coleotteri (17,5%), presentano valori molto al di sotto del valore medio di tasso di endemismo calcolato sull’intera fauna pari a 8,6% (MINELLI *et al.* 2006), come si riscontra nei Ditteri (3,9%), nei Lepidotteri (3,7%) e soprattutto negli Imenotteri (1,0%). Ordini invece rappresentati nella fauna italiana da un numero medio di specie, come gli Efemerotteri (21,3%), i Plecotteri (28,5%), gli Ortotteri (27,3%) ed i Tricotteri (17,2%), mostrano percentuali di endemicità decisamente più elevate, spesso di gran lunga superiore a quella riscontrabile nei Coleotteri.

Va rilevato inoltre, che ben in otto ordini (Anopluri, Isotteri, Mallofagi, Mantodei, Megalotteri, Psocotteri, Sifonatteri e Zigentomi), alcuni dei quali includono solo specie ectoparassite, la percentuale di elementi endemici risulta pari a zero.

Basandoci sui dati del progetto CkMap (RUFFO e STOCH, 2006), che prende in considerazione 8379 specie di insetti (circa un quarto dell’intera entomofauna italiana) fornendone una dettagliata corologia, possiamo osservare come le tipologie di distribuzione a livello specifico maggiormente rappresentative della componente endemica nel suo totale risultino essere (Fig. 2): quella “alpina” con il 35,5%; quella “appenninica” con il 22,1% e quella “sardo-corsa” con l’11,9%. Altre tipologie di distribuzione riguardano, in ordine decrescente, quella “sicula” con il 6,8%, quella “alpino-appenninica” con il 5,4% e quella “tirrenica” con il 4,0%. Gli elementi sub-ende-

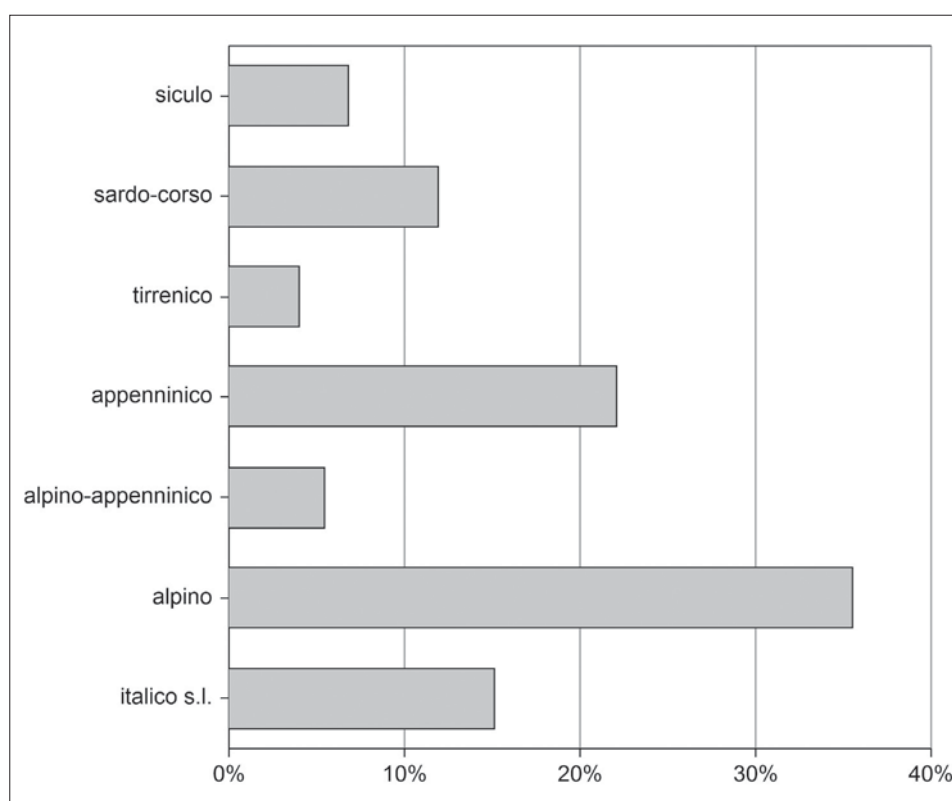


Fig. 2 – Valori percentuali dei principali modelli di distribuzione endemica dell’entomofauna italiana.

mici, ovvero le specie il cui areale è in minima parte esteso anche ad altre aree geografiche limitrofe all'Italia, ammontano a circa il 15%.

Attraverso un'analisi di somiglianza che ho condotto su un insieme significativo di insetti endemici italiani, possono essere individuati tre diversi gruppi distribuzionali: il primo, più isolato comprende gli elementi alpini con due sottogruppi relativi rispettivamente al settore orientale e a quello occidentale; il secondo gruppo comprende invece gli elementi sardi e sardo-corsi che, con l'interposizione degli elementi siculi e quelli tirrenici, si legano ad un terzo gruppo, rappresentato dagli elementi appenninici e padani, che include il sottogruppo nord-appenninico e quello centro-sud-appenninico.

ENDEMISMO E CONSERVAZIONE

Tenendo conto della ristretta distribuzione geografica e delle particolari condizioni ecologiche che lo caratterizzano, un endemita rappresenta generalmente un elemento floristico o faunistico molto vulnerabile.

Una strategia irrinunciabile per azioni di successo nella conservazione delle specie entomatiche in Europa in generale e in Italia nello specifico, richiede pertanto azioni decise ed immediate per salvaguardare non solo le specie ma per attivare nel contempo una protezione degli ambienti nei quali queste specie vivono (BALLERIO, 2008). Come abbiamo visto, la presenza di endemiti è significativamente associata soprattutto con ambienti carsici, ambienti di alta quota e ambienti insulari. Tuttavia molti di questi contesti risultano fortemente alterati dalla sempre più estesa attività antropica o minacciati, da un punto di vista climatico, dal sempre più allarmante riscaldamento globale che sta provocando una forte regressione degli ambienti cacuminali, creando molte difficoltà per la sopravvivenza dell'entomofauna legata agli ambienti d'alta quota (URBANI *et al.*, 2015).

La conservazione, da un punto di vista legislativo, vede soltanto uno sparuto numero di specie, delle oltre 3000 endemiche di insetti presenti nella nostra fauna, far parte della normativa per una tutela esplicita. Tra le convenzioni internazionali più importanti al riguardo, vanno senz'altro ricordate: la Convenzione di Berna, la Direttiva Habitat e la Convenzione di Washington. Tuttavia, poche sono le specie endemiche di insetti italiani interessate da questi provvedimenti e tra queste possiamo ricordare: il Coleottero *Carabus olympiae* Sella (Coleoptera, Carabidae) (specie prioritaria nella Direttiva Habitat); i Lepidotteri *Papilio hospiton* Génè (Papilionidae) e *Melanargia arge* (Sulzer) (Satyridae); l'Odonato *Cordulegaster trinacriae* (Waterston).

Per concludere, possiamo affermare che la politica di tutela e conservazione dell'entomofauna sensibile è ancora molto lontana, in Italia, dal livello raggiunto da quella che ha interessato e sta interessando la fauna vertebrata. Tuttavia, anche se qualcosa negli ultimi anni si sta muovendo in positivo, soprattutto a livello delle normative regionali, è necessario attivare nel contempo una lunga e costante azione di informazione e di sensibilizzazione per creare quella coscienza sociale che permetta di cambiare il tradizionale atteggiamento dell'opinione pubblica nei confronti degli insetti, "vittime" troppo spesso di un retaggio culturale ingiustamente negativo basato su dicerie popolari ed informazioni scientifiche errate.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON S., 1994 – *Area and endemism*. – The Quarterly Review of Biology, 69: 451-471.
- BALLERIO B., 2008 – *Insetti da proteggere: la tutela entomologica in Italia*. – Quaderni della Stazione di Ecologia e del Museo civico di Storia naturale di Ferrara, 18: 21-35.
- BIONDI M., 2005 – *Recenti aspetti metodologici in biogeografia storica*. – Atti dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, 53: 89-111.
- BIONDI M., URBANI F., D'ALESSANDRO P., 2013 – *Endemism patterns in the Italian leaf beetle fauna (Coleoptera, Chrysomelidae)*. – ZooKeys, 332: 177-205.
- BONN A., RODRIGUES A.S.L., GASTON K.J., 2002 – *Threatened and endemic species: are they good indicators of patterns of biodiversity on a national scale?* – Ecology Letters, 5: 733-741.
- BROOKS T.M., MITTERMEIER R.A., DA FONSECA G.A.B., GERLACH J., HOFFMANN M., LAMOREUX J.F., MITTERMEIER C.G., PILGRIM J.D., RODRIGUES A.S.L., 2006 – *Global biodiversity conservation priorities*. – Science, 313: 58-61.
- BURLAKOVA L.E., KARATAYEV A.Y., KARATAYEV V.A., MAY M.E., BENNETT D.L., COOK M.J., 2011 – *Endemic species: contribution to community uniqueness, effect of habitat alteration, and conservation priorities*. – Biological Conservation, 144: 155-165.
- CROTHER B.I., MURRAY C.M., 2011 – *Ontology of areas of endemism*. – Journal of Biogeography, 38: 1009-1015.
- JETZ W., RAHBEK C., COLWELL R.K., 2004 – *The coincidence of rarity and richness and the potential signature of history in centres of endemism*. – Ecology Letters, 7: 1180-1191.
- LA GRECA M., 2004 – *Paleogeographic events and the foundations of Italian wildlife*. In: Wildlife in Italy, Minelli A., Chemini C., Argano R., Ruffo S. (Eds.), Touring Editore, Milan, and Italian Ministry of the Environment and Territory, Rome: 360-376.
- LAMOREUX J.F., MORRISON J.C., RICKETTS T.H., OLSON D.M., DINERSTEIN E., MCKNIGHT M.W., SHUGART H.H., 2006 – *Global tests of biodiversity concordance and the importance of endemism*. – Nature, 440: 212-214.
- MAJOR J., 1988 – *Endemism: a botanical perspective*. In: Biogeography. An integrated approach to the study of animal and plant distributions, Myers A.A. and Giller P.S. (Eds.), Chapman and Hall, London: 117-146.
- MINELLI A., RUFFO S., LA POSTA S. (Eds.), 1993-1995 –

- Checklist delle specie della fauna italiana*. Calderini, Bologna, fascicoli 1-110.
- MINELLI A., RUFFO S., STOCH F., 2006 – *Endemism in Italy*. In: Checklist and distribution of the Italian fauna, Ruffo S. and Stoch F (Eds.), Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2.Serie, Sezione Scienze della Vita, 17: 29-31.
- MYERS A.A., DE GRAVE S., 2000 – *Endemism: origins and implications*. - *Vie et Milieu*, 50: 195-204.
- ORME C.D.L., GAVIES R.G., BURGESS M., EIGENBROD F., PICKUP N., OLSON V.A., WEBSTER A.J., DING T.S., RASMUSSEN P.C., RIDGELY R.S., STATTERSFIELD A.J., BENNETT P.M., BLACKBURN T.M., GASTON K.J., OWENS I.P.F., 2005 – *Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat*. - *Nature*, 436: 1016-1019.
- PRENDERGAST J.R., QUINN R.M., LAWTON J.H., EVERS HAM B.C., GIBBONS D.W., 1993 – *Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies*. - *Nature*, 365: 335-337.
- REID W.V., 1998 – *Biodiversity hotspots*. - *Trends in Ecology & Evolution*, 13: 275-280.
- RUFFO S., STOCH F. (EDS.), 2006 – *Checklist and distribution of the Italian fauna*. - Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2.Serie, Sezione Scienze della Vita, 17: 1-303, with CD-ROM.
- STOCH F., 2006 – *L'assetto geografico dell'Appennino centro-settentrionale*. - *Biogeographia*, 27: 129-150.
- URBANI F., D'ALESSANDRO P., FRASCA R., BIONDI M., 2015 – *Maximum entropy modeling of geographic distributions of the flea beetle species endemic in Italy (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae: Alticini)*. - *Zoologischer Anzeiger*, 258: 99-109.
- VIGNA TAGLIANTI A., AUDISIO P.A., BIONDI M., BOLOGNA M.A., CARPANETO G.M., DE BIASE A., FATTORINI S., PIATTELLA E., SINDACO R., VENCHI A., ZAPPAROLI M., 1999 – *A proposal for a chorotype classification of the Near East fauna, in the frame work in the Western Palearctic region*. - *Biogeographia*, 20: 31-59.
- WHITTAKER R.J., ARAUJO M.B., JEPSON P., LADLE R.J., WATSON J.E.M., WILLIS K.J., 2005 – *Conservation Biogeography: assessment and prospect*. - *Diversity and Distributions*, 11: 3-23.
- WILSON K.A., MCBRIDE M.F., BODE M., POSSINGHAM H.P., 2006 – *Prioritizing global conservation efforts*. - *Nature*, 440: 337-340.

COLEOTTERI COCCINELLIDI: TRATTI ESSENZIALI DI MORFOLOGIA FUNZIONALE, ETOLOGIA E BIODIVERSITÀ

CARLO RICCI (*)

(*) Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università degli Studi di Perugia. Borgo XX Giugno, 74. e-mail carlo.ricci@unipg.it

Lettura tenuta nella Seduta pubblica dell'Accademia. Firenze, 19 novembre 2016

Coleoptera Coccinellidae: essential aspects of functional morphology, ethology and biodiversity

Ladybird beetles are important predatory insects in agricultural systems. Many species were introduced in different Countries for biological control of insect pests, mainly aphids, coccids, psyllids, whiteflies and mites. The mandible structure and relationship to the putative feeding behaviour of some species belonging to nine different subfamilies were described. In addition, examples of distribution in habitats, prey range, oviposition behaviour and migratory behaviour were described for few species. Cases of biological control programs using exotic ladybirds were also reported, with special focus on *Harmonia axyridis*. This species can negatively affect the biodiversity of indigenous ladybirds in the introduced area, mainly through intraguild predation and competition for resources.

KEY WORDS: mandible structures, feeding behaviour, migration, classical biological control, species interactions.

INTRODUZIONE

La famiglia dei Coccinellidi annovera 6000 specie, riunite in nove sottofamiglie (Microweiseinae, Sticholotidinae, Coccinellinae, Epilachninae, Exoplectrinae, Chilocorinae, Ortaliinae, Coccidulinae, Scymninae) e 42 tribù (NEDVED & KOVAR, 2012). In Italia sono state individuate 125 specie, la maggior parte di interesse agrario. Volgarmente sono chiamate con nomi diversi: coccinelle, madonnelle, marioline, gallinelle del Signore o della Madonna, girigiole, ecc. Sono piccoli coleotteri dalle dimensioni che vanno dai 0,8 mm di *Stethorus punctillum* Weise ai 18 mm di *Synonycha grandis* (Thunberg) e con corpo fortemente convesso al dorso e piatto al ventre come nei Chilocorini, lievemente appiattito in altri (es. *Coleomegilla maculata* De Geer), allungato negli Anisostictini. Il tegumento generalmente glabro e lucido (talora anche pubescente) sfoggia livree vistose dal rosso carminio dei Chilocorini del sud-est asiatico al blu oltre mare di *Curinus coeruleus* Mulsant. La maggior parte delle specie presenta elitre cosparsate di macchie colorate. I colori dell'elitra più comuni sono il rosso e il giallo con macchie nere, il nero con macchie rosse o bianche, il bianco con linee rosse e nere. In molte specie le macchie elitrali possono unirsi tra loro o scomparire costituendo una interessante variabilità cromatica. Nelle elitre di *Adalia decempunctata* L., le macchie possono dar luogo a ben 120 disegni.

L'APPARATO BOCCALE: STRUTTURA E FUNZIONE

L'apparato boccale è masticatore ed è costituito da robuste mandibole, variamente strutturate all'interno delle sottofamiglie, tribù e nella stessa specie tra adulto e larva (RICCI, 1979). I palpi mascellari e labiali sono provvisti di lunghe setole a volte con apice ricurvo. Negli Epilacnini le mandibole degli adulti e delle larve presentano nella parte distale lunghi processi dentiformi ed una parte molare munita di piccoli dentelli (Fig. 1, a) (RICCI & RONDONI, 2010). Sono coccinelle fitofaghe che scarificano la pagina superiore delle foglie ed asportano pezzi verdi di vegetale. In Italia sono presenti quattro specie: *Epilachna argus* (Fourcroy), *E. chrysomelina* F., *Cynegetis impunctata* L., *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata* (L.). Le prime tre sono infeudate a piante spontanee, *S. vigintiquatuorpunctata* vive a carico dell'erba medica ma raramente arreca danni economici alla coltura. In altri contesti territoriali gli Epilacnini sono molto dannosi: in Nord-America *Epilachna varivestis* Mulsant è il fitofago chiave della soia. Nei Psilloborini sia gli adulti sia le larve presentano il margine distale con cinque lunghi processi dentiformi (Fig. 1, b) utilizzati per raschiare e raccogliere i miceli ed i conidi di funghi (RICCI & STELLA, 1988). In Italia, *Thea vigintiduopunctata* (L.) esplica un ruolo importante nel controllo di varie specie di oidio dannose a piante agrarie. Negli Anisostictini la mandibola è bifida con margine esterno munito di 15 piccoli denti e quello

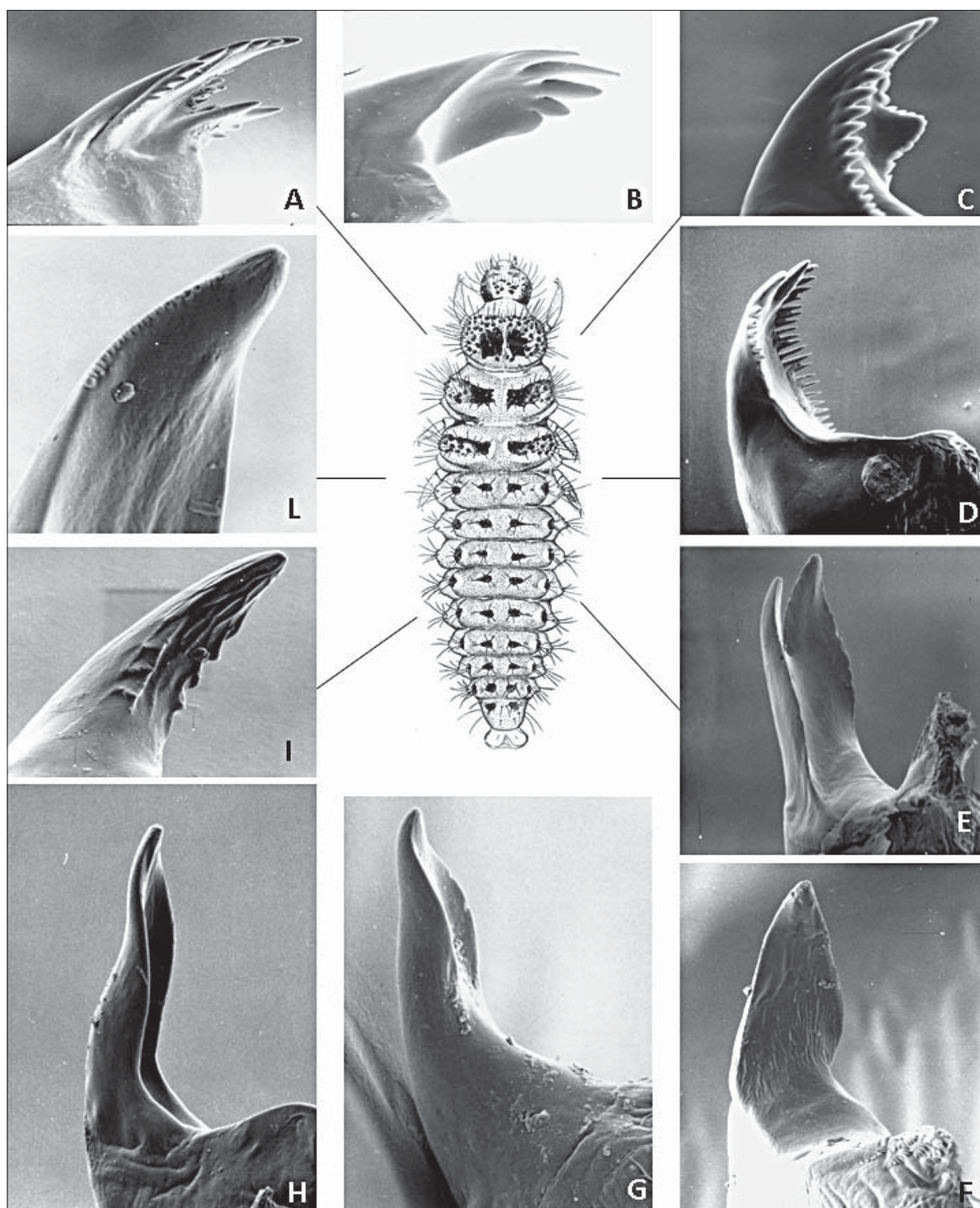


Fig. 1 – Mandibola della larva di: Epilacnini (a); Psylloborini (b); Anisostictini (c); Tittaspini (d); Coccinellini (e); Noviini (f); Scimmnini predatori di afide (g); Platinaspini (h); Scimmnini predatori di aleurodidi (i); Scimmnini predatori di cocciniglie (l).

esterno provvisto di un grosso dente a sua volta munito di piccoli dentelli (Fig. 1, c) (RICCI & RONDONI, 2010). Si segnala *Anisosticta novemdecimpunctata* (L.), predatore degli afidi del riso. Le sue larve di prima età, essendo molto piccole, non riescono a predare gli afidi che le allontanano “calciando” con le zampe posteriori. Quindi le larvette si arrampicano sul dorso delle femmine adulte dell’afide, si fissano con il pigo-podio al loro tegumento con la testa rivolta verso la

parte genitale dell’afide e predano le neanidi appena nate. Gli adulti e le larve con la mandibola “pettinano” le infiorescenze del riso integrando così la loro dieta con il polline. Nei Tittaspini le mandibole degli adulti hanno l’apice bifido ed il margine laterale esterno con piccoli dentelli; così equipaggiati possono catturare le prede e raccogliere pollini e spore di funghi. Le mandibole delle loro larve presentano la parte distale falciforme, l’apice bifido ed i margini

dorsale e ventrale provvisti rispettivamente di 7-8 processi dentiformi corti ed arrotondati e di 22-24 processi spiniformi allungati e sottili formando una sorta di rastrello (Fig. 1, d) (RICCI, 1982). Nell'area mediterranea *Tytthaspis trilineata* (Weise), diffusa in Sicilia e *T. sedecimpunctata*, presente in tutto il territorio italiano, frequentano le graminacee in particolare *Lolium perenne* L. e *L. temuletum* L. Gli adulti con le loro mandibole prelevano il polline nelle logge polliniche appena aperte catturando anche gli acari Eriofidi, abbondanti tra i granuli pollinici e gli stadi giovanili dei Tisanotteri che frequentano le spighe. Le larve invece rastrellano il polline che cade sullo stimma (Fig. 2, a) e con i palpi mascellari e labiali convogliano i granelli pollinici dentro la bocca. Quando il prato viene falciato la disponibilità del polline crolla, pertanto gli adulti volano nelle aree dove le graminacee non sono state falciate, nelle colture di cartamo e di girasole (RICCI, 1986), mentre le larve, costrette a rimanere nei prati, continuano a crescere raccogliendo con il loro rastrello mandibolare le spore di

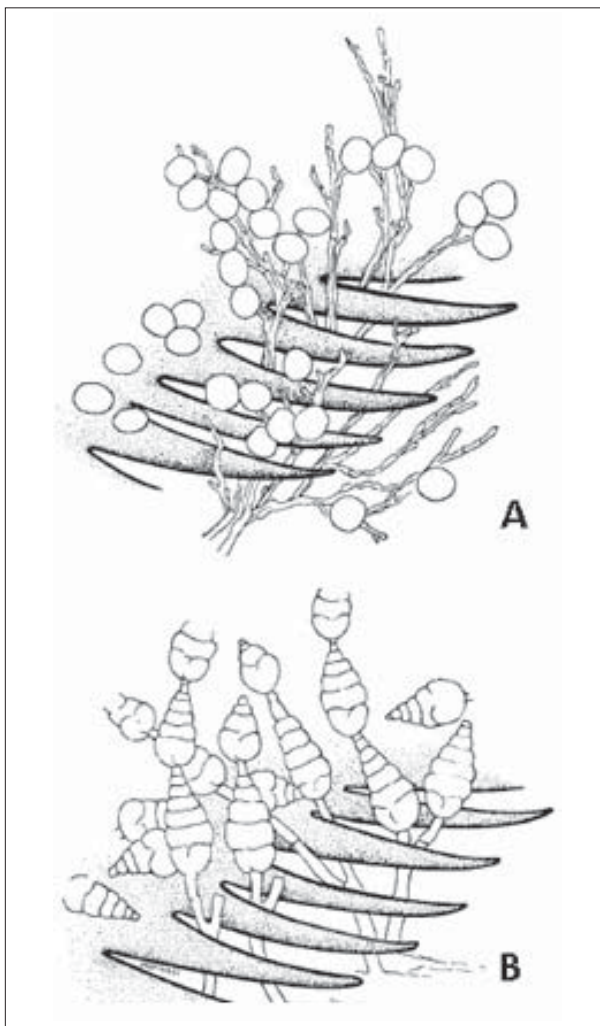


Fig. 2 – Modalità di raccolta del polline di *Lolium perenne* L. (a) e di spore di *Alternaria* sp. (b) ad opera dei processi dentiformi del margine ventrale della mandibola della larva di *Tytthaspis sedecimpunctata* L.

Alternaria sp., disposte sui miceli una sopra l'altra, formando caratteristiche catenelle (Fig. 2, b) sui residui vegetali caduti durante l'affienagione. Le piogge, frequenti in quel periodo, favoriscono lo sviluppo di funghi saprofiti. Lo studio del contenuto intestinale sia di adulti sia di larve, raccolte settimanalmente a random, ha mostrato che la coccinella durante la fioritura delle Graminacee raccoglie prevalentemente polline (Fig. 3) (RICCI, 1983), e cattura Tisanotteri ed Acari Eriofidi. Con la falciatura del prato la coccinella si nutre esclusivamente di spore di *Alternaria* sp. e di *Cladosporium* sp. (Fig. 3) (RICCI *et al.*, 1983). Nei Coccinellini la mandibola è bifida, robusta e provvista di prosteca, una sorta di spazzola utile per convogliare il cibo nella bocca. Nella larva la mandibola è allungata con apice bifido e solco mandibolare (Fig. 1, e). Queste specie (es. *Coccinella septempunctata* L.) sono abili cacciatrici di vari insetti in particolare di afidi. Con le mandibole catturano la preda, ne aspirano gli umori, la masticano e la ingeriscono completamente, a volte lasciano sul substrato pezzetti di tarsi. Le mandibole degli adulti dei Novini, Platinaspi e Scimmini sono simili a quelle dei Coccinellini, le larve, invece, le hanno strutturate per

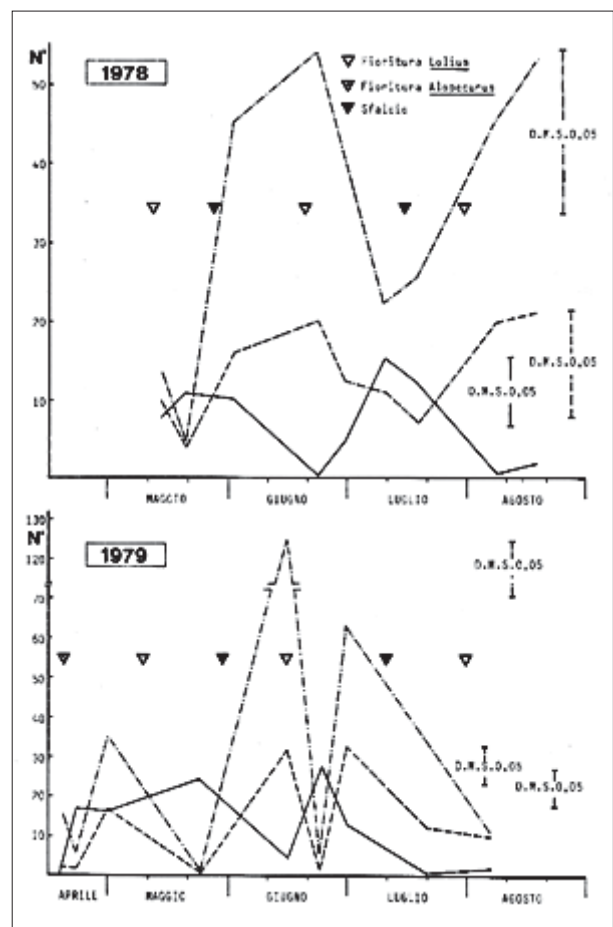


Fig. 3 – Granuli pollinici (linea continua), conidi di *Cladosporium* sp. (linea tratto-punto) e spore di *Alternaria* sp. (linea tratteggiata) rinvenuti nel contenuto intestinale di adulti di *Tytthaspis sedecimpunctata* L. campionati in due anni successivi.

espletare la digestione extraintestinale. In *Rodolia cardinalis* (Mulsant) nel corpo mandibolare sono presenti numerosi rilievi longitudinali (Fig. 1, f) (RICCI, 1979) che delimitano piccoli solchi utili per succhiare i liquidi della preda. Negli Scimnini si nota, invece, un solco mandibolare poco profondo (Fig. 1, g) (RICCI, 1979). Queste coccinelle si attaccano alle zampe o ai sifoni degli afidi, iniettano più volte il loro contenuto intestinale nella vittima e riassorbono il contenuto predigerito, l'afide completamente svuotato rimane sul substrato. Nei Platinaspini e Stetorini le mandibole sono allungate con apice appuntito e provviste di un profondo solco (Fig. 1, h) (RICCI, 1979) collegato con l'esofago. Le mascelle, membranacee ed a forma di "coppo", chiudono il solco mandibolare durante la predazione. I labbri superiore ed inferiore chiudono la bocca. *Platynaspis luteorubra* (Goeze), unico rappresentante nella Regione Palearctica, è un importante predatore di afidi di interesse agrario (es. *Aphis fabae* Scopoli). Le larve, alquanto appiattite, scivolano sotto il corpo degli afidi, si attaccano alle tibie delle loro zampe e svuotano il corpo della preda. In *Clitostethus arcuatus* (Rossi), predatore di Aleurodidi, le mandibole sono unipuntate con i margini laterali forniti di denti forgiati a "nido di rondine" (Fig. 1, i), mentre in *Nephus includens* (Kirsch), predatore di Pseudococcidi, il margine esterno presenta 40 minuti processi dentiformi (Fig. 1, l; RICCI, 1979). Con queste mandibole le due specie riescono a rompere e predare le uova e la cuticola delle loro prede. *C. arcuatus*, inoltre, utilizza le mandibole per muoversi sul substrato poiché le zampe non hanno una funzione locomotoria (RICCI & CAPPELLETTI, 1990).

OVOPOSITORE E STRATEGIE ADOTTATE PER DEPORRE LE UOVA

L'ovopositore delle coccinelle, come è noto, è di sostituzione ed è costituito da un paio di pleuriti ed un paio di coxiti del nono segmento e dal tergite del decimo urite. La maggior parte delle specie depone le uova sulla superficie del substrato, ma quelle appartenenti ad alcune tribù (es. Chilocorini, Scimnini) depongono in fori e screpolature dei rami e nelle foglie accartocciate. Quest'ultime specie infatti presentano coxiti molto allungati e muniti di stili costituiti da un fascio di setole riunite a forma di "pennello". Le femmine introducono nei fori il fascio di setole per rilevare l'idoneità del sito individuato. Le specie appartenenti a numerose tribù (es. Epilacnini, Coccinellini) depongono uova subellittiche sul substrato in posizione verticale con il polo posteriore incollato ad esso e costituiscono delle ovature con pochi o numerosi elementi (Fig. 4, a). I *Platynaspini*, gli *Scymnini*, i *Chilocorini* le posizionano singolar-

mente e orizzontali, qua e là sul substrato (Fig. 4, b) o sotto le prede (Fig. 4, d, e). Alcune specie coccidifaghe (es. *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, *R. cardinalis*) le inseriscono tra la massa cerosa che ricopre la preda o sotto il suo corpo (Fig. 4, c). *C. arcuatus* depone un uovo vicino a quelle degli Aleurodidi (Fig. 4, f), così la larva di prima età, alquanto vulnerabile, non deve spostarsi per cercare cibo. La superficie esterna del corion delle uova può essere reticolata (es. negli Epilacnini e nei Psilloborini), liscia (es. nei Coccinellini), granulosa (es. nei Platinaspini e Chilocorini). In molte specie (es. Coccinellini) le uova sono cosparse di colla che le rende poco appetibili ai predatori (RONDONI *et al.*, 2010).

DIFFUSIONE NEGLI HABITAT

Verso la metà di aprile le coccinelle fuoriescono dai siti di svernamento e si diffondono sulle essenze spontanee fiorite (es. Crucifere), presenti nei vigneti, oliveti e frutteti, che producono grandi quantità di polline e nettare. Successivamente ogni specie si sposta sulle colture preferite alla ricerca delle prede essenziali su cui svolgere la propria biologia. È stato evidenziato che alcune specie preferiscono piante arboree (es. *Adalia bipunctata* L.), altre piante erbacee (es. *Coccinella septempunctata*). La dieta delle coccinelle in genere comprende diverse prede (afidi, cocciniglie, acari, tisanotteri), pollini di varie piante (es. Asteracee, Graminacee), conidi e spore di funghi parassiti e saprofiti, nettare e melata di insetti fitomizi e di nettari extraflorali. Sono state evidenziate prede essenziali per la loro riproduzione e prede alternative, utili per la sopravvivenza degli adulti nei periodi critici (HODEK *et al.*, 2012). Il comportamento alimentare di *Rhyzobius litura* F., noto predatore degli afidi delle graminacee spontanee e coltivate, è risultato alquanto singolare. Gli adulti, che trascorrono il periodo invernale tra la vegetazione erbacea circostante i campi coltivati, presentano una breve diapausa ed alla fine di febbraio si spostano qua e là sulle foglie delle piante (es. di festuca, loietto) alla ricerca di conidi di *Oidium monilioides* (Nees), fungo parassita di Graminacee (Fig. 5, a, c). È stato evidenziato che la coccinella svolge la prima generazione su questo fungo aumentando la sua popolazione di adulti che successivamente migrano sulle graminacee coltivate in concomitanza dell'inizio delle infestazioni di afidi (es. *Rhopalosiphum padi* L.) (Fig. 5, b, d). In giugno, quando il frumento inizia a seccarsi, la coccinella ritorna verso le scarpate ed i ciglioni dei campi per trascorrere in quiescenza il periodo estivo. La sua attività trofica riprende in settembre, dopo le piogge, ricercando le forme svernanti degli afidi citati ed il polline di Asteracee (es. *Pulicaria* sp.) per incrementare

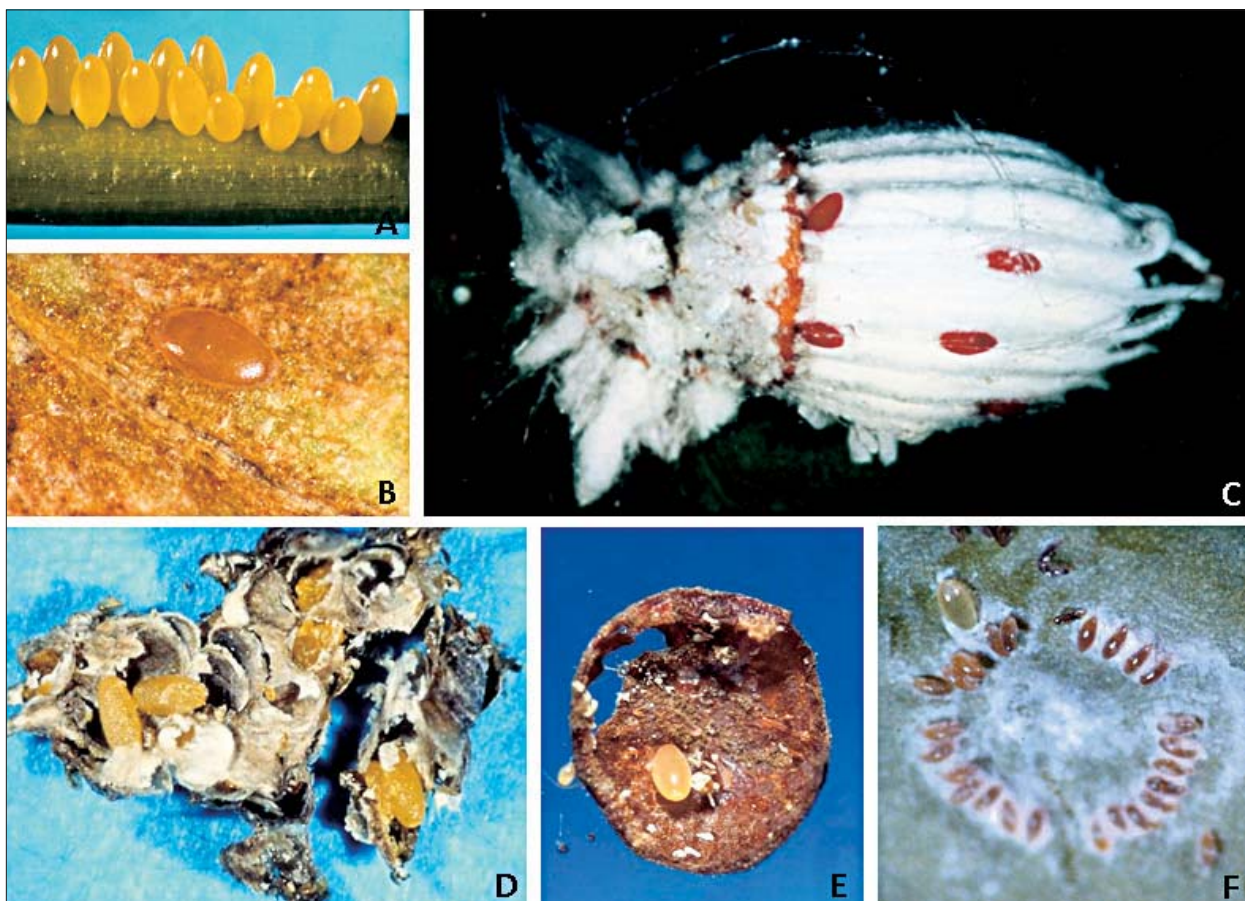


Fig. 4 – Uova di: Coccinellini (a); Platinaspini (b); Novini (c); Chilocorini (d, e); *Clitostethus arcuatus* Rossi (f).

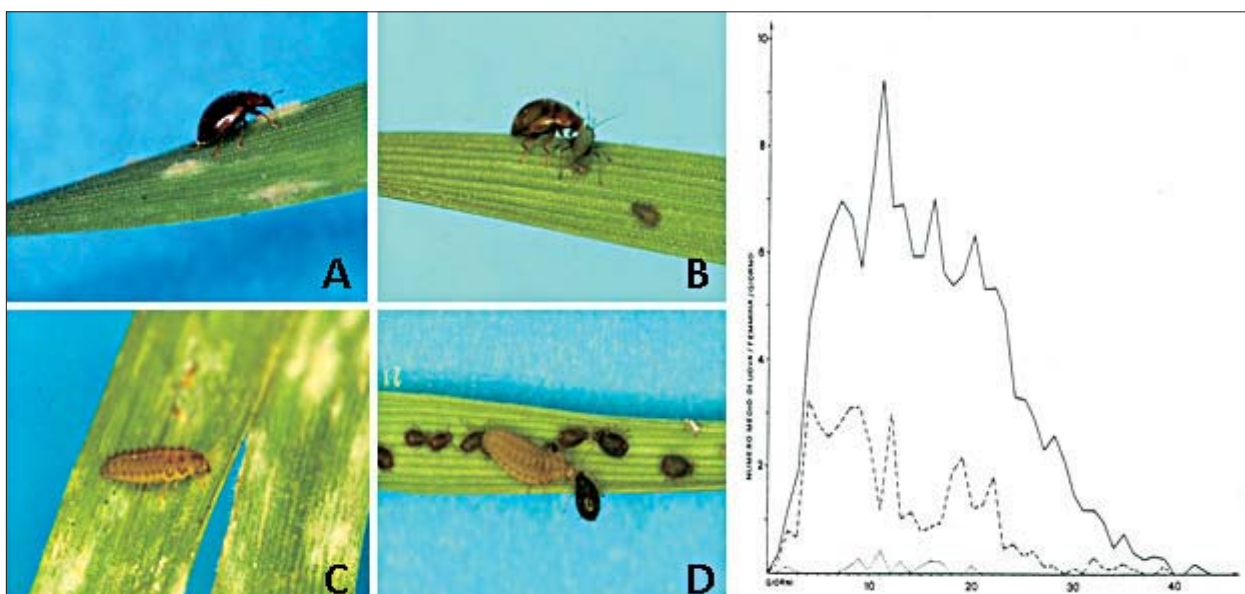


Fig. 5 – *Rhyzobius litura* (F.): adulto e larva in attività trofica su oidio del frumento (a, c) e su *Rhopalosiphum padi* L. (b, d). Il grafico raffigura il numero medio di uova deposte giornalmente in presenza di afidi (linea continua), di conidi di oidio (linea tratteggiata) e di spore di *Alternaria* (linea puntata).

le riserve lipidiche (RICCI, 1986). Test di laboratorio hanno evidenziato che femmine di *R. litura*, alimentate con oidio del frumento e femmine alimentate con l'afide *R. padi*, hanno iniziato a deporre uova nello stesso periodo. Il numero di uova/giorno è stato supe-

riore nelle femmine alimentate con l'afide (Fig. 5). Non sono state rilevate differenze significative tra i parametri di sviluppo (es. peso, lunghezza, mortalità) delle larve (RICCI *et. al.*, 1988). Pertanto la coccinella riesce a riprodursi anche in assenza di prede.

MIGRAZIONI NEGLI HABITAT DI PIANURA E DI MONTAGNA

Come altri animali anche le coccinelle presentano migrazioni in primavera, in estate e in autunno. In questa rassegna si riferiscono dati relativi ad uno studio del comportamento migratorio di *C. septempunctata*, predatore dominante di afidi delle piante erbacee. È stato osservato che a metà giugno, con la maturazione del frumento ed il crollo delle popolazioni degli afidi, gli adulti della coccinella si aggregano su varie piante delle siepi ed in pochi giorni abbandonano detta coltura. Una piccola frazione di adulti rimane negli habitat di pianura e si diffonde su varie colture (es. barbabietola, melone, mais) infestate da afidi. La maggior parte degli adulti compie lunghi voli verso le aree montane vicine o lontane vari chilometri alla ricerca di nuove prede e dei siti di svernamento. Il volo è possibile solo nelle giornate calde e con venti a favore. Se in questo periodo si registrano forti venti ed acquazzoni, le coccinelle sono costrette a spostarsi in aree riparate. Infatti nel 1997 forti piogge spinsero *C. septempunctata* negli habitat urbani di varie città e nei giardini privati. Le aree urbane della Riviera Adriatica furono completamente invase dalla coccinella. Adulti sono stati rilevati perfino sulle strutture balneari e sulla sabbia. Il ritorno del maestrale permise il loro volo verso le aree montane dei sibillini. Migliaia individui di *C. septempunctata* furono individuati nell'altopiano di Castelluccio di Norcia e sui prati a differenti quote del monte Vettore, in attività trofica su varie piante di Asteracee, Ombrellifere e Genzianacee. Il contenuto intestinale di adulti, campionati settimanalmente, era costituito di afidi, pollini e spore di ruggine (Fig. 6) (RICCI *et al.*, 2005). A fine fiorita le coccinelle erano spostate a quote superiori dove le essenze erano ancora fiorite ed infestate da afidi e dopo pochi giorni hanno

raggiunto le rocce della cima dei monti. Grazie al feromone di aggregazione, emesso dai primi adulti giunti sulle le pareti rocciose, si formarono imponenti ammassi di individui che si muovevano freneticamente alla ricerca del partner. Si notarono numerosi adulti in accoppiamento ma anche esemplari intenti ad esplorare le anfrattuosità delle rocce. In ottobre si osservò che tutti gli adulti si erano rifugiati nelle varie nicchie della roccia in piccoli gruppi di 20-30 esemplari. Le ispezioni primaverili dei siti di svernamento, abbandonati dalle coccinelle, rilevarono che in alcuni erano presenti adulti morti di *C. septempunctata* e di altri coleotteri, infarciti di micelio e di spore di *Beuveria bassiana*, fungo parassita di numerosi insetti comprese le coccinelle.

IMPIEGO NEL CONTROLLO BIOLOGICO

La lotta biologica nasce nel 1888-89 con l'introduzione dall'Australia del coccinellide *Rodolia cardinalis* per contrastare l'*Icerya purcasi* Maskell, una cocciniglia che stava devastando gli agrumeti della California. In tutte le aree di introduzione il controllo biologico della cocciniglia è stato completo e questo successo ha segnato l'inizio della lotta biologica. Nel 1988, in occasione del centenario dell'introduzione della coccinella, sono stati evidenziati i tratti biologici più caratteristici di *R. cardinalis*, rilevati nei vari Paesi in cui si è acclimatata (RICCI & STELLA, 1988). Sulla scia di questo successo Koebele introdusse nel 1892, sempre in California, *Cryptolaemus montrouzieri* per il controllo di alcuni Pseudococcidi. Attualmente, in Italia, la specie è ben acclimatata in alcune regioni (es. Liguria, Sicilia e Campania) ed è tuttora allevata in varie biofabbriche. Nel 2016, a seguito di una ingente infestazione della cocciniglia

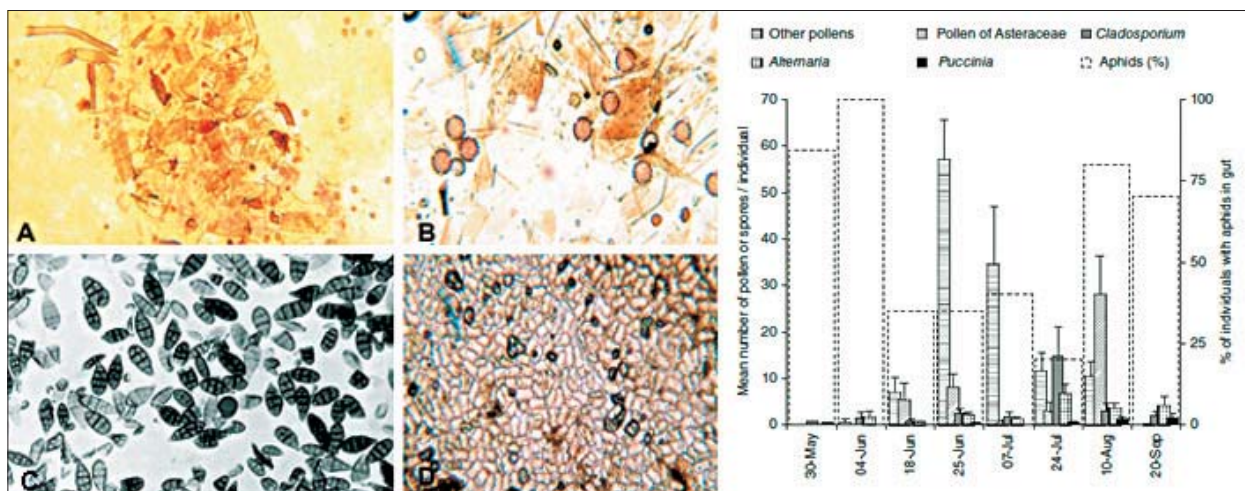


Fig. 6 – Contenuto intestinale di *Coccinella septempunctata* L.: frammenti di afidi (a); frammenti di afide e spore di ruggine (b); spore di *Alternaria* sp. (c); polline di Ombrellifere (d). Il grafico riporta il numero medio di granuli pollinici e spore fungine rinvenuti nell'intestino degli adulti e la percentuale di individui con resti di afidi nell'intestino.

Crisococcus pini Kuwana nella pineta di Milano Marittima, sono stati distribuiti sui tronchi degli alberi numerosi adulti di Crittolema per ridurre la popolazione del coccide. Nel 1908 Silvestri introdusse *Rhyzobius lophantae* Blaisdel per controllare alcuni Diaspididi. A distanza di più di cento anni *R. lophantae* si è diffuso in tutti gli areali italiani a carico di numerosi Diaspididi (es. *Pseudaulacaspis pentagona*, *Aspidiotus nerii*, *Aonidia lauri*) senza entrare in competizione con le specie di coccinelle indigene coccidifaghe. Nel 1990 è stata introdotta dalla Cina *Megalocaria dilatata* (*Anisolemnia dilatata* F.) (Fig. 7, a) per il controllo di afidi, ben accuditi dalle formiche (es. *Aphis gossypii* Glover) (RICCI *et al.*, 1991). Si tratta di una coccinella comune nel Sud-Est asiatico sia nei frutteti sia nelle foreste di bambù ed è ritenuta un importante predatore di afidi di grosse dimensioni e che annoverano nella loro colonia anche la casta dei soldati che li proteggono dai vari nemici (SHIBAO 1998). In alcune specie gli individui soldati, muniti di processi spiniformi localizzati sulla fronte, corrono su e giù sulla pianta per distruggere le uova dei predatori, in altre i soldati rincorrono le larve di prima età delle coccinelle e le trafiggono con gli stiletti boccali iniettando nel loro corpo un liquido tossico. I predatori che fanno parte di questa biocenosi hanno sviluppato strategie di difesa differenti. Le crisope depongono le proprie uova sulla tela dei ragni, i coccinellidi scimmini le ricoprono con le feci, *M. dilatata* costruisce la sua ovatura sulla parte apicale dei rametti isolati del bambù, quindi si sposta sul rametto di 2-3 cm più in basso (Fig. 7, b, c) e lo avvolge con due o tre anelli di colla (Fig. 7, d) per impedire ai soldati o predatori di raggiungere i suoi elementi. Tenendo conto gli interessanti risultati di laboratorio, relativi alla sua attività predatrice, sarà impiegata in un progetto di controllo biologico di *A. gossypii* nell'agroecosistema melone. Nel 1991 è stato reintrodotta dalla Cina *Chilocorus kuwanae* Silvestri, specie coccidifaga specializzata nel controllo di

Diaspididi (es. di *Pseudolacaspis pentagona* Targ. ed *Unaspis euonymi*) (RICCI *et al.*, 1991). Il chilocorino è stato allevato nel laboratorio dell'Istituto di Entomologia di Perugia e sottoposto a vari test. È stato distribuito nei giardini urbani di alcune città per il controllo di *U. euonymi* Comstock, un diaspino esiziale alle piante di evonimo giapponese. I monitoraggi settimanali sulla presenza del chilocorino sulle siepi di evonimo hanno evidenziato che gli adulti della coccinella vivono in gruppo concentrandosi su poche piante e vi rimangono fino alla completa distruzione della preda, quindi si spostano su piante vicine, colonizzando a poco a poco tutta la siepe. *C. kuwanae* è risultato un attivo predatore anche nel periodo autunnale-invernale. Infatti la coccinella ai primi freddi si porta alla base delle piante tra le foglie della lettiera e vi rimane in quiescenza ma non va in diapausa. È stato rilevato che nelle giornate fredde, ma soleggiate, quando la temperatura dei fusti e dei tronchi delle piante di evonimo supera 2-3°C, gli adulti si arrampicano lungo il tronco alla ricerca delle femmine svernanti di *U. euonymi*. In genere la sua attività si svolge tra le ore 11.00 e le ore 15.00. Al calare della temperatura si riportano nella lettiera. I test di laboratorio sull'influenza delle basse temperature sulla sua attività predatrice hanno evidenziato che già a 2°C alcuni adulti predano (RICCI *et al.*, 2006). Tra le specie di coccinelle che sono state impiegate nell'ultimo ventennio merita attenzione *Harmonia axyridis* (Pallas) (coccinella arlecchino), un predatore di origine asiatica di numerose specie di afidi di interesse agrario ed urbano. Secondo GORDON (1985) fu introdotta in California nel 1916. Ma dal 1980, nell'ambito di programmi di controllo biologico di alcune specie di afidi, è stata allevata in massa, commercializzata e rilasciata principalmente nei frutteti, agrumeti ed ambiente urbano di vari Paesi. La specie si è acclimatata in tutte le aree ed il suo areale è sempre più vasto. Negli USA è stato rilevato che alla fine dell'estate gli adulti di *H. axyridis* migrano nei vigneti alla ricerca di sostanze

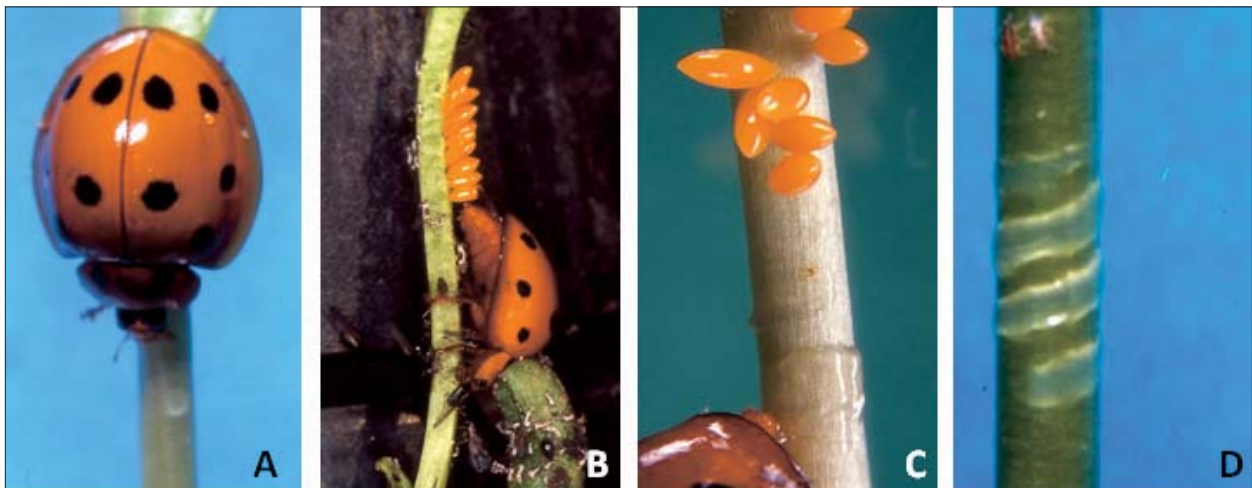


Fig. 7 – *Megalocaria dilatata* (F.): Femmina in ovideposizione (a, b); anelli di colla posizionati attorno al rametto (c, d).

zuccherine. Gli adulti si aggregano sui grappoli d'uva e si insinuano tra gli acini e vi rimangono fino alla vendemmia. Quindi con i grappoli d'uva sono trasportati in azienda e macinati insieme ai grappoli. Il mosto risulta di scarsa qualità perché assume il sapore disgustoso di coccinella. Nel periodo autunnale gli adulti volano verso le abitazioni, campanili, chiese, colline. In genere si aggregano agli spigoli dei soffitti o sui travi in gruppi di 50-60 individui.

INTERAZIONI TRA SPECIE INDIGENE ED ESOTICHE

In questi ultimi anni è stato rilevato che alcune specie di coccinelle giunte in areali di differenti Regioni Zoogeografiche sono entrate in competizione con specie indigene appartenenti alla stessa famiglia. È noto il caso di *C. septempunctata* e di *H. axyridis*, introdotte rispettivamente dall'Europa e dall'Asia in Nord America e di *H. axyridis* diffusa in Europa. Per lungo tempo quest'ultima coccinella è stata allevata in massa in biofabbriche americane ed europee ed impiegata per il controllo biologico di numerosi afidi di interesse urbano ed agrario. La coccinella si è acclimatata in tutte le aree, colonizzando in breve tempo altri territori ed ha mostrato tutta la sua aggressività nei confronti di alcune coccinelle indigene destando una certa preoccupazione. Per tale motivo le biofabbriche ne hanno interrotto la produzione e commercializzazione. La sua diffusione in Italia è stata inizialmente evidenziata da BURGIO *et al.* (2008). Gli adulti di *H. axyridis* compaiono sulle piante da frutto quando le popolazioni di afidi sono ancora basse ed iniziano a deporre le uova. Le larve molto attive e veloci ispezionano in breve tutta la pianta distruggendo i piccoli nuclei di afidi sparsi qua e là. Le coccinelle indigene (es. *Adalia bipunctata*), che raggiungono le stesse piante più tardi, trovano poche prede disponibili e pertanto spesso abbandonano le piante o vi depongono poche uova che possono essere distrutte dalle voracissime larve di *H. axyridis*. Test, condotti in laboratorio con le larve di cinque specie indigene: *A. bipunctata*, *Oenopia conglobata* L., *P. luteorubra*, *Scymnus apetzii* Mulsant e *C. septempunctata*, hanno confermato tutta la sua aggressività e dominanza (RONDONI *et al.*, 2012a, b). In assenza di afidi, *H. axyridis* ha mostrato un'elevata attività predatoria nei confronti di *A. bipunctata* ed *O. conglobata* L. e *P. luteorubra*, *S. apetzii*. Sebbene le larve di *Platynaspis*, con corpo appiattito e in grado di emettere emolinfa vischiosa, hanno mostrato una certa capacità iniziale di difesa in poco tempo sono state predate. Anche le larve di *S. apetzii*, che sono ricoperte di cera, in un primo tempo hanno resistito agli attacchi, ma la perdita di cera durante la lotta le ha rese vulnerabili, spesso sono state capovolte e poi predate. La predazione verso *C. septempunctata*, che ha le stesse dimensioni ed aggressività di *H. axyridis*, è risultata

pari al 60%. L'analisi del contenuto intestinale delle larve di *H. axyridis*, campionate su piante di taglio infestate da *Eucallipterus tiliacae* (L.) ha rilevato presenza di DNA di *A. bipunctata* e di *O. conglobata* (RONDONI *et al.*, 2015) confermando la sua dominanza nei confronti delle due specie indigene.

CONCLUSIONI

Gli studi condotti sulle coccinelle sia in ambito morfologico sia bioecologico hanno permesso di chiarire alcuni aspetti del loro comportamento alimentare utile nella gestione di questi predatori al fine di accrescere la loro attività predatrice a difesa delle colture agrarie. Le aggregazioni delle coccinelle nel periodo autunnale favoriscono l'incontro di individui provenienti da differenti aree e quindi l'aumento della variabilità genetica della specie. Il frazionamento della popolazione in piccoli gruppi nei siti di svernamento permette alle coccinelle di sfuggire al fungo *B. bassiana*. La conferma dei test di laboratorio del verificarsi di interazioni negative tra alcune specie di coccinelle indigene ed esotiche, introdotte in vari Paesi europei ed extraeuropei per il controllo biologico di fitomizi dannosi, indica che è necessario effettuare accurate ricerche di base prima di immettere un entomofago in un nuovo areale.

RINGRAZIAMENTI

Esprimo la mia gratitudine ai collaboratori Signori Andrea Luchetti, Daniela Fortini, Luciana Bartoli e Cesare Dentini per il costante aiuto fornito nel corso delle ricerche effettuate sia in campo sia in laboratorio. Un particolare riconoscimento al Dott. Gabriele Rondoni, per il lavoro di ricerca relativo al regime alimentare delle coccinelle afidifaghe, anche con tecniche molecolari. Un sentito ringraziamento al Prof. Mario Solinas per i preziosi consigli elargiti durante gli studi morfologici ed al Prof. Sebastiano Barbagallo per le numerose determinazioni di afidi oggetto dei vari studi e per le utili notizie fornite sulla biologia di questi fitomizi.

RIASSUNTO

Le coccinelle sono importanti predatori di insetti in tutti gli ecosistemi. Gli studi morfologici, etologici e bioecologici condotti su numerose specie hanno permesso di raccogliere nuove informazioni, utili per una migliore loro gestione a difesa delle piante sia in campo agrario sia nell'ambiente urbano. È stato evidenziato che le mandibole delle coccinelle sono diversamente strutturate non solo a livello delle sottofamiglie e tribù, ma anche tra adulto e larva della stessa specie. In virtù di questi differenti modelli mandibolari

sono stati rilevati diversi comportamenti alimentari di specie predatrici di insetti fitomizi, dannosi negli agroecosistemi ed ecosistemi urbani. Viene riferito sulle strutture dell'ovopositore, coinvolte nella deposizione delle uova ed il substrato preferito dalle coccinelle su cui posizionare i propri elementi. Gli studi sul regime alimentare di coccinelle, importanti regolatori demografici di afidi e cocciniglie, hanno rilevato la versatilità di alcune specie quali *Coccinella septempunctata*, *R. litura*, *P. luteorubra* e *Anisosticta novemdecimpunctata*. La dieta delle coccinelle è costituita prevalentemente da afidi, cocciniglie, acari ed è integrata con pollini, conidi e spore di funghi parassiti e saprofiti. Le coccinelle si distribuiscono negli habitat seguendo le loro prede e, in uno stesso habitat, ogni specie occupa un determinato livello della pianta. Sono descritte le strategie di migrazione verso nuove fonti di cibo ed i siti di svernamento. Al riguardo viene discusso ed illustrato il singolare comportamento migratorio di *Coccinella septempunctata* in Italia centrale. Viene rivisto e discusso l'impiego delle coccinelle per il controllo biologico di afidi e cocciniglie nei vari Paesi. Infine vengono presentati i risultati dei test di laboratorio e di indagini del contenuto intestinale con tecniche molecolari sulle interazioni tra le coccinelle indigene ed *Harmonia axyridis*, una coccinella asiatica introdotta, allevata in massa in varie biofabbriche e commercializzata per il controllo di numerosi afidi dannosi nell'ambiente urbano ed in campo agrario.

BIBLIOGRAFIA

- BURGIO G., SANTI F., LANZONI A., MASETTI A., DE LUIGI V., MELANDRI M., REGGIANI A., RICCI C., LOOMAS A.J.M., MAINI S., 2008 – *Harmonia axyridis recordings in northern Italy*. - Bulletin Of Insectology. vol. 61 (2), pp. 361-364 ISSN: 1721-8861.
- HODEK I., EVANS E.W., 2012 – *Food relationships*. In: Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae) Hodek I., van Emden H.F. and Honek A. Ed., Wiley-Blackwell Oxford, UK, pp.141-274.
- NEDVEDI O., KOVAR I., 2012 – *Phylogeny and classification*. In: Ecology and behavior of the ladybird beetles (Coccinellidae). Hodek I., van Emden H.F. and Honek A. Ed., Wiley-Blackwell Oxford, UK, pp. 1-12.
- PRIMAVERA A., RICCI C., 1994 – *Note bioetologiche su Chilocorus kuwanae Silvestri (Coleoptera: Coccinellidae), predatore di Unaspis euonymi (Comstock) (Homoptera: Diaspididae)*. Atti XVII Congr. Naz. Ital. Entomol., Udine 13-18/06/1994: 609-612.
- RICCI C., 1979 – *L'apparato boccale pungente succhiante della larva di Platynaspis luteorubra Goeze (Col. Coccinellidae); 1° contributo alla conoscenza dei Coleotteri Coccinellidi*. - Boll. Lab. Ent. agr. "Filippo Silvestri", 36: 179-198.
- RICCI C., 1982 – *Sulla costituzione e funzione delle mandibole delle larve di Tythaspis sedecimpunctata (L) e Tythaspis trilineata (Weise)*. - Frustula Ent., Vol III: 205-212.
- RICCI C., FIORI G., COLAZZA S., 1983 – *Regime alimentare dell'adulto di Tythaspis sedecimpunctata (Coleoptera Coccinellidae) in ambiente a influenza antropica primaria: prato polifita*. Atti XIII Congr. Naz. Ital. Ent. Sestriere, Torino, 27 Giugno - 1 Luglio 1983: 691-698.
- RICCI C., 1986 – *Food strategy of Tythaspis sedecimpunctata (Coleoptera Coccinellidae) in different habitats. Ecology of Aphidophaga*. - Academia Praga, Dr. W. Junk, Dordrecht: 311-316.
- RICCI C., 1986 – *Seasonal food preferences and behaviour of Rhyzobius litura (Coleoptera Coccinellidae). Ecology of Aphidophaga*. Academia Praga, Dr. W. Junk, Dordrecht: 119-123.
- RICCI C., 1986 – *Habitat distribution and migration to hibernation sites of Tythaspis sedecimpunctata and Rhyzobius litura (Coleoptera Coccinellidae) in Central Italy. Ecology of Aphidophaga*. Academia Praga, Dr. W. Junk, Dordrecht: 211-216
- RICCI C., STELLA I., 1988 – *Rodolia cardinalis Muls. (Coleoptera Coccinellidae): cento anni di studio e d'impiego nel controllo biologico di Pericerya purchasi (Mask.) (Rhynchota, Monophlebidae)*. Atti XV Congr. Naz. Ital. di Entom. L'Aquila: 989-997.
- RICCI C., STELLA I., VERONESI F., 1988 – *Importanza dell'Oidio del frumento (Oidium moniliodes Desm.) nella dieta di Rhyzobius litura (F.) (Coleoptera Coccinellidae) noto predatore di afidi*. Atti XV Congr. Naz. Ital. di Entom. L'Aquila: 999-1006.
- RICCI C., STELLA I., 1988 – *Relationship between morphology and function in some Palearctic Coccinellidae. Ecology and effectiveness of Aphidophaga*, SPB. Academic Publishing. The Hague, The Netherlands: 21-25.
- RICCI C., CAPPELLETTI G., 1990 – *Relationship between some morphological structures and locomotion of Clitostethus arcuatus (Rossi) (Coleoptera Coccinellidae) a whitefly predator*. Frustula Entom., nuova serie, Vol. XI (XXIV), 195-202.
- RICCI C., GARONNA A.P., CAPPELLETTI G., VIGGIANI G., 1991 – *Reintroduzione in Italia di Chilocorus kuwanae Silv. (Coleoptera Coccinellidae), predatore di Cocciniglie*. Atti Convegno Acireale: 113-121.
- RICCI C., PONTI L., 2005 – *Seasonal food of Ceratomegilla notata (Coleoptera: Coccinellidae) in mountain environments in Northern Italian Alps*. - European Journal of Entomology. vol. 102, pp. 527-530 ISSN: 1210-5759.
- RICCI C., PONTI L., PIRES A., 2005 – *Migratory flight and pre-diapause feeding of Coccinella septempunctata (Coleoptera) adults in agricultural and mountain ecosystem of Central Italy*. - European Journal of Entomology. vol. 102, pp. 531-538 ISSN: 1210-5759.
- RICCI C., PRIMAVERA A., NEGRI V., 2006 – *Effects of low temperatures on Chilocorus kuwanae (Coleoptera: Coccinellidae) trophic activity*. - European Journal of Entomology. vol. 103, pp. 547-551 ISSN: 1210-5759.
- RICCI C., RONDONI G., 2010 – *Mouth-parts and feeding behaviour in coccinellids*. Proceedings of the International Symposium 'Ecology of Aphidophaga 11'. 19-24 September 2010, Perugia, Italy.
- RONDONI G., PAIARDINI S., RICCI C., IELO F., BRACALINI M., CROCI F., ROSSI STACCONI M.V., 2010 – *Coccinellid eggs: shape and morphological structures*. Proceedings of the International Symposium 'Ecology of Aphidophaga 11'. 19-24 September 2010, Perugia, Italy.
- RONDONI G., ONOFRI A., RICCI C., 2012 – *Laboratory studies on intraguild predation and cannibalism among coccinellid larvae (Coleoptera: Coccinellidae)*. European Journal of Entomology, 109: 353-362.
- RONDONI G., ONOFRI A., RICCI C., 2012 – *Differential susceptibility in a specialised aphidophagous ladybird, Platynaspis luteorubra (Coleoptera: Coccinellidae), facing intraguild predation by exotic and native generalist predators*. - Biocontrol Science & Technology, 22: 1334-1350
- RONDONI G., IELO F., RICCI C., CONTI E., 2014 – *Intraguild predation responses in two aphidophagous coccinellids identifies differences among juvenile stages and aphid densities*. - Insects, 5: 974-983.

- RONDONI G., HARWOOD J.D., ATHEY K., CONTI E., RICCI C., OBRYCKI J.J., 2015 – *Molecular detection of aphid and coccinellid predation by invasive Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae)*. - Insect Science, 22: 719-730.
- SHIBAO H., 1998 – *Social structure and the defensive role of soldiers in a eusocial bamboo aphid Pseudoregma bambucicola (Hom. Aphididae). Attest of the defence optimization hypothesis*. - Res. Popul Ecol. 40: 325-333.

SEDUTA PUBBLICA, FIRENZE 19 FEBBRAIO 2016

Tavola Rotonda su:

RECENTI ACQUISIZIONI PER IL CONTROLLO SOSTENIBILE
DI *BACTROCERA OLEAE*

Coordinatori:

GAVINO DELRIO e GIUSEPPE ROTUNDO, Accademici

DINAMICA E FATTORI DI REGOLAZIONE DELLE POPOLAZIONI DELLA MOSCA DELLE OLIVE

GAVINO DELRIO (*) - ANDREA LENTINI (*)

(*) Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Viale Italia 39, 07100 Sassari, Italia; email: gdelrio@uniss.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Recenti acquisizioni per il controllo sostenibile di *Bactrocera oleae*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 19 febbraio 2016.

Dynamics and regulation factors of olive fruit fly populations

The olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Dipt. Tephritidae), is a multivoltine pest species that can complete up to five generations per year in Italy, depending on latitude, altitude, climatic conditions and fruit availability in spring. In coastal areas, olive fly adults are observed all year round, with the highest densities in spring and autumn. Females have immature ovaries in winter, due to low temperatures, and in late spring-early summer, due to unavailability of fruits suitable for oviposition. In spring, *B. oleae* can complete 1-2 generations on unharvested olives, especially in high yield years, and 3-4 generations in summer-autumn. In olive orchards at higher altitudes and in Central Italy, adults emerge in spring from overwintering pupae and oviposit on olives in summer, completing 1-3 generations per year depending on climatic conditions. Population density and intensity of fruit infestation greatly vary depending on biotic and abiotic factors, of which the most important are the climate, yearly meteorological conditions, plant cultivar, crop load, and natural enemies. In a temperate olive-growing area in north-western Sardinia, the crop yield, adult population dynamics, and fruit infestation have been studied for 10 years, as well as mortality rates of immatures inside olives and of overwintering pupae in the soil. The major mortality factors were high summer temperature in July-August, lethal for eggs and newly-hatched larvae, parasitism by *Pnigalio mediterraneus* on larvae, and low temperature and predation on overwintering pupae. However, the key regulation factor of *B. oleae* population density was natality (number of oviposited eggs), which in turn depended on the number of adults produced from previous generations. In particular, the crop yield fluctuations severely affected population abundance and degree of infestation of the olive fruit fly. Overall, the infestation rate was very higher (up to 100%) in years of low-medium crop load than in high yield years.

KEY WORDS: *Bactrocera oleae*, population dynamics, regulation factors.

INTRODUZIONE

La mosca delle olive, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Dipt., Tephritidae) è l'insetto più dannoso all'olivo nell'area mediterranea. La sua distribuzione interessa tutte le aree olivicole italiane, ma l'intensità degli attacchi alle olive varia nelle diverse zone e dipende in generale dalla localizzazione dell'oliveto (posizione geografica, altitudine) e dai fattori climatici associati che determinano il numero di generazioni e che possono limitare l'abbondanza delle popolazioni. Infatti, le basse temperature costituiscono un fattore limitante per la sopravvivenza invernale dell'insetto e rallentano le infestazioni autunnali negli oliveti delle aree settentrionali e di quelli delle aree centrali situati alle quote più elevate, mentre le elevate temperature estive contribuiscono a ridurre gli attacchi nel Meridione. L'entità delle popolazioni della mosca e il livello d'infestazione delle olive subiscono nella stessa località ampie variazioni negli anni in dipendenza di svariati fattori abiotici e biotici, fra cui assumono grande importanza l'andamento meteorologico, la cultivar, la densità di adulti in estate (= massa attaccante dei vecchi autori), l'inizio e la

durata dell'attacco, la produzione di olive e i nemici naturali (LUPO, 1943). Nelle annate favorevoli allo sviluppo dell'insetto e nelle zone litoranee gli attacchi possono essere così gravi da compromettere l'intero raccolto delle olive.

In questa relazione vengono riportati i risultati di alcune ricerche condotte negli ultimi cinquant'anni, soprattutto in Italia e in Grecia, sulla dinamica di popolazione di *B. oleae* e sui fattori che regolano le popolazioni e determinano il grado d'infestazione delle olive. La trattazione di questi argomenti è stata sollecitata dalle notizie riportate dai media nazionali che incolpavano la mosca delle olive come responsabile della forte riduzione di produzione di olive e di olio in tutta Italia nel 2014 (in media del 35% rispetto all'anno precedente) e nel 2016. L'infestazione della mosca delle olive determina certamente una riduzione della quantità e qualità dell'olio, ma non è possibile inferire le cause della scarsa produzione dalla semplice associazione forte attacco-bassa quantità di olive prodotte (fallacia logica: *post hoc vel cum hoc ergo propter hoc*). Infatti, potrebbe verificarsi il contrario e cioè che i forti attacchi siano causati dalle basse produzioni di olive, come si può determinare con ade-

guati studi di dinamica di popolazione condotti durante molti anni (DELRIO, 1978)

FENOLOGIA E DINAMICA DI POPOLAZIONE

Bactrocera oleae è una specie polivoltina che, in funzione della latitudine e dell'altitudine, dell'andamento climatico e della disponibilità di olive sulla pianta anche nel corso dell'inverno e della primavera, può svolgere in Italia da 2-3 fino a 4-5 generazioni all'anno (SILVESTRI, 1907).

Nelle aree olivicole litoranee a clima mite (ad esempio, Liguria, Sardegna, Campania) (RUSSO, 1968; DELRIO e PROTA, 1976; DELRIO e CAVALLORO, 1977; PETACCHI, 1989) gli adulti si riscontrano durante tutto l'anno con una maggiore abbondanza nei mesi autunnali e presentano due periodi di stasi riproduttiva (assenza di uova mature negli ovari) causati, in dicembre-marzo, dalle basse temperature e, in giugno-luglio, dall'assenza di frutti suscettibili per l'ovideposizione (FLETCHER *et al.*, 1978; FLETCHER e KAPATOS, 1983b; GIROLAMI *et al.*, 1989). Tuttavia, l'assenza di maturazione ovarica a fine primavera-inizio estate è stata anche interpretata come una diapausa riproduttiva facoltativa indotta dai cambiamenti del fotoperiodo (RASPI *et al.*, 2002; TZANAKAKIS, 2006). In queste aree, al completamento del processo di lignificazione del nocciolo, le olive da olio diventano ricettive all'attacco nella seconda quindicina di luglio e, nel periodo estivo-invernale, la mosca sviluppa 3 generazioni, che in parte si accavallano. Se nella stessa zona sono coltivate anche varietà precoci a drupa grossa (da mensa), che vengono attaccate a partire dall'inizio di luglio, l'insetto riesce a completare su queste e su quelle da olio fino a 4 generazioni estivo-invernali. La seconda generazione determina l'infestazione più grave in ottobre, mentre gli stadi preimmaginali della terza generazione (novembre-dicembre) vengono decimati dalla raccolta precoce delle olive, sempre più diffusa in Italia. Oltre che allo stadio di adulto, lo svernamento avviene soprattutto a quello di pupa nel terreno e, se sulle piante sono presenti olive ancora pendenti, queste vengono attaccate a partire da fine aprile dando origine a 1-2 generazioni primaverili (DELRIO e PROTA, 1976). L'abbondanza di queste generazioni primaverili è particolarmente elevata nelle piante di grandi dimensioni e negli anni di alta produzione in cui il processo di maturazione delle olive è rallentato e la raccolta integrale con mezzi meccanici è praticamente impossibile. Almeno due generazioni primaverili possono svilupparsi anche sull'olivastro (BLANDO e MINEO, 2006).

Negli oliveti disposti a quote più elevate, come ad esempio in Centro Italia (Alto Lazio, Toscana, Umbria), e in cui le piante hanno minori dimensioni, la raccolta

è integrale e non rimangono olive pendenti sulla pianta in primavera. In questi ambienti, *B. oleae* sverna allo stadio di pupa nel terreno e le femmine attaccano le olive da olio a fine luglio-agosto, dando origine di norma a 2 generazioni nel periodo estivo-autunnale. Tuttavia, il numero delle generazioni, determinato mediante l'analisi della struttura di popolazione (PUCCI e FORCINA, 1981; BELCARI *et al.*, 1983; RASPI *et al.*, 1983; PAPARATTI, 1991) e con l'applicazione di modelli di sviluppo basati sulle somme termiche (CROVETTI *et al.*, 1982; PITZALIS, 1985; BELCARI *et al.*, 1989), può variare da 0 a 3 a seconda delle condizioni climatiche della zona olivicola. Anche in queste aree, i danni maggiori sono causati dalla seconda generazione.

FATTORI DI REGOLAZIONE DELLE POPOLAZIONI

Clima e andamento meteorologico

La temperatura influisce direttamente sulle popolazioni di *B. oleae* agendo come fattore di mortalità, limitando il periodo riproduttivo e determinando la durata del ciclo di sviluppo e, indirettamente, influenzando la fenologia della pianta.

Le possibilità di sopravvivenza dell'insetto e lo stadio di svernamento in ogni ambiente sono influenzati dalle basse temperature invernali. Gli adulti possono tollerare brevi esposizioni a basse temperature (fino a -6°C per 2 ore) e sono in grado di sopravvivere senza nutrirsi per circa due settimane a cicli di temperature costanti di 6 e -3°C con un'alternanza di 12 ore (GIROLAMI, 1979; KOVEOS, 2001). Questa resistenza al freddo potrebbe spiegare lo svernamento allo stadio di adulto (e non di pupa) in alcuni oliveti del Nord Italia (Garda) (ZANGHERI *et al.*, 1973). Nelle zone litoranee con inverni miti gli adulti sfarfallati in dicembre possono sopravvivere fino al 20% sino alla fine di aprile (DELRIO e PROTA, 1976) e attorno all'1% fino a luglio (ARAMBOURG e PRALAVORIO, 1972). Le pupe manifestano una capacità di resistenza alle basse temperature simile a quella degli adulti e possono sopportare temperature di -7°C per 6 ore e temperature da 0 a -3°C anche per numerosi giorni (LA FACE, 1954; GIROLAMI, 1979). Tuttavia, il freddo invernale è considerato il fattore principale di mortalità delle pupe svernanti, che può arrivare a oltre l'80% in alcuni ambienti e addirittura a circa il 99% in inverni particolarmente rigidi (MELIS, 1954; MELIS, 1956; SIGWALT *et al.*, 1967).

Le alte temperature estive (medie mensili superiori a 26°C e punte massime superiori a 34°C) spesso collegate a una bassa umidità relativa dell'aria possono avere un effetto diretto sugli adulti, aumentando la mortalità, limitando la maturazione delle uova e favorendo il riassorbimento dei follicoli ovarici (AVIDOV,

1957; FLETCHER *et al.*, 1978; BROUFAS *et al.*, 2009; WANG *et al.*, 2009). Le alte temperature giornaliere superiori per qualche ora a 34°C costituiscono inoltre uno dei più importanti fattori di mortalità di uova e larve, mentre le pupe risultano più tolleranti (PUCCI *et al.*, 1985; PAPPAS *et al.*, 2011). In coincidenza con questi estremi termici sono state osservate mortalità di oltre il 90% di uova e larve neonate su olive da olio, soprattutto all'inizio dell'attacco estivo durante la fase di lignificazione del nocciolo (DELRIO, 1978). La persistenza di massimi termici (34-40 °C) per 11 giorni ha annullato quasi del tutto le prime due generazioni estive nel 1999 in Sardegna (DELRIO *et al.*, 2005).

La relazione fra temperature, costanti e/o variabili, e durata di sviluppo degli stadi preimmaginali di *B. oleae* è stata studiata da diversi autori in laboratorio e in campo (GIROLAMI, 1979; NEUENSCHWANDER e MICHELAKIS, 1979; CROVETTI *et al.*, 1982; FLETCHER e KAPATOS, 1983a) e consente di stimare, sulla base delle somme termiche, il numero di generazioni che l'insetto può compiere in ogni determinata area climatica (BELCARI *et al.*, 1989). Sono stati anche realizzati modelli demografici basati sugli effetti della temperatura su durata di sviluppo, mortalità, longevità e fecondità delle femmine, che consentono di simulare la dinamica di popolazione dell'insetto (NEUENSCHWANDER e COMINS, 1985; COSSU *et al.*, 1999; GILIOLI e COSSU, 2002). Con questi modelli è stato possibile simulare anche gli effetti del riscaldamento globale in Italia sull'olivo e su *B. oleae*, le cui infestazioni potrebbero manifestare un aumento nelle zone oleicole più elevate e attorno al Lago di Garda (GUTIERREZ *et al.*, 2009).

La piovosità invernale potrebbe avere un effetto importante sulla mortalità delle pupe svernanti in terreni pesanti (NEUENSCHWANDER *et al.*, 1981), mentre quella nel periodo estivo è stata considerata da tempo un fattore predisponente le infestazioni nell'Italia meridionale, perché rende le olive più succose e quindi più recettive all'ovideposizione, accelerando anche lo sviluppo delle larve della prima generazione (BUA, 1934; ROCCHI, 1936; LUPO, 1943; RUSSO e SANTORO, 1952). D'altra parte gli oliveti irrigui sono i primi a subire l'attacco della mosca e le infestazioni sono anche maggiori rispetto a quelli condotti in asciutto. Tuttavia, in Sicilia e Sardegna con osservazioni condotte per una lunga serie di anni, non è stato possibile trovare netti rapporti di interdipendenza fra le precipitazioni estive e le infestazioni (MONASTERO, 1954; DELRIO, 1978).

Pianta ospite

L'olivo è una pianta con un ciclo biennale di produzione dei frutti geneticamente determinato, che dà luogo ad un anno di elevata produzione (carica) a cui

succede un anno di basso raccolto (scarica) (LAVEE, 2007). Tuttavia, il grado di produzione alternata è influenzato dalle condizioni ambientali (ed è per questo spesso sincronizzato nella stessa area olivicola) e può variare a seconda del clima di ogni singola regione, dell'età delle piante e di alcune pratiche agronomiche (in particolare la potatura).

Negli oliveti soggetti a una forte alternanza di produzione, la quantità di olive presenti influisce direttamente sull'infestazione dell'annata e indirettamente su quella dell'anno successivo. L'abbondanza degli adulti e l'infestazione delle olive sono state studiate per 5 anni consecutivi in un oliveto da olio della Sardegna in cui l'alternanza era molto pronunciata. La percentuale di olive infestate alla raccolta è stata del 35-50% nei 3 anni di medio-alta produzione (24-45 Kg di olive/pianta) e quasi totale nei 2 anni di scarica (5-6 Kg/pianta) in cui ha determinato una cascola completa. Il numero di adulti presenti in estate prima dell'inizio dell'attacco è risultato basso nelle annate di alta produzione, perché derivante dalle pupe svernanti prodotte da infestazioni totali ma su un basso numero di olive dell'anno precedente, e alto nelle annate di scarica, perché derivato da una infestazione media su un altissimo numero di olive. Inoltre, negli anni di carica, a causa della maturazione rallentata e disforme delle olive che limita la raccolta integrale con mezzi meccanici, molte drupe rimangono sulla pianta e consentono lo sviluppo di generazioni primaverili della mosca che vanno ad incrementare l'abbondanza della massa attaccante (Fig. 1) (DELRIO *et al.*, 1978). Lo stesso tipo di regolazione delle popolazioni è stato osservato negli oliveti alternanti di Creta (MICHELAKIS e NEUENSCHWANDER, 1985). Il ruolo fondamentale del ciclo biennale di produzione dei frutti nel determinare i livelli di infestazione e di abbondanza degli adulti è stato anche documentato con ricerche durate 10 anni nel territorio di Canino (Lazio), in cui la percentuale di infestazione delle olive è risultata alternante con picchi massimi nelle annate di scarsa produzione (CIRIO *et al.*, 1994).

Predazione e parassitismo

Le pupe svernanti permangono nel terreno per alcuni mesi e possono andare incontro ad una forte mortalità causata, oltre che dai fattori abiotici, anche dall'azione di predatori terricoli (Ragni, Carabidi, Stafilinidi, Formicidi, etc.). Il ruolo dei predatori è stato studiato solo in pochi ambienti e sembra maggiore nelle aree olivicole con clima invernale mite (CAVALLORO e DELRIO, 1975; GONCALVES *et al.*, 2012).

In Italia, le larve di *B. oleae* sono attaccate da alcuni Calcidoidi ectofagi [*Pnigalio mediterraneus* Ferrière et Delucchi, *Eurytoma martellii* Domenichini e *Cyrtotypx latipes* (Rondani)] e le pupe da *Eupelmus urozonus* s.l., che però sull'olivo si comporta essen-

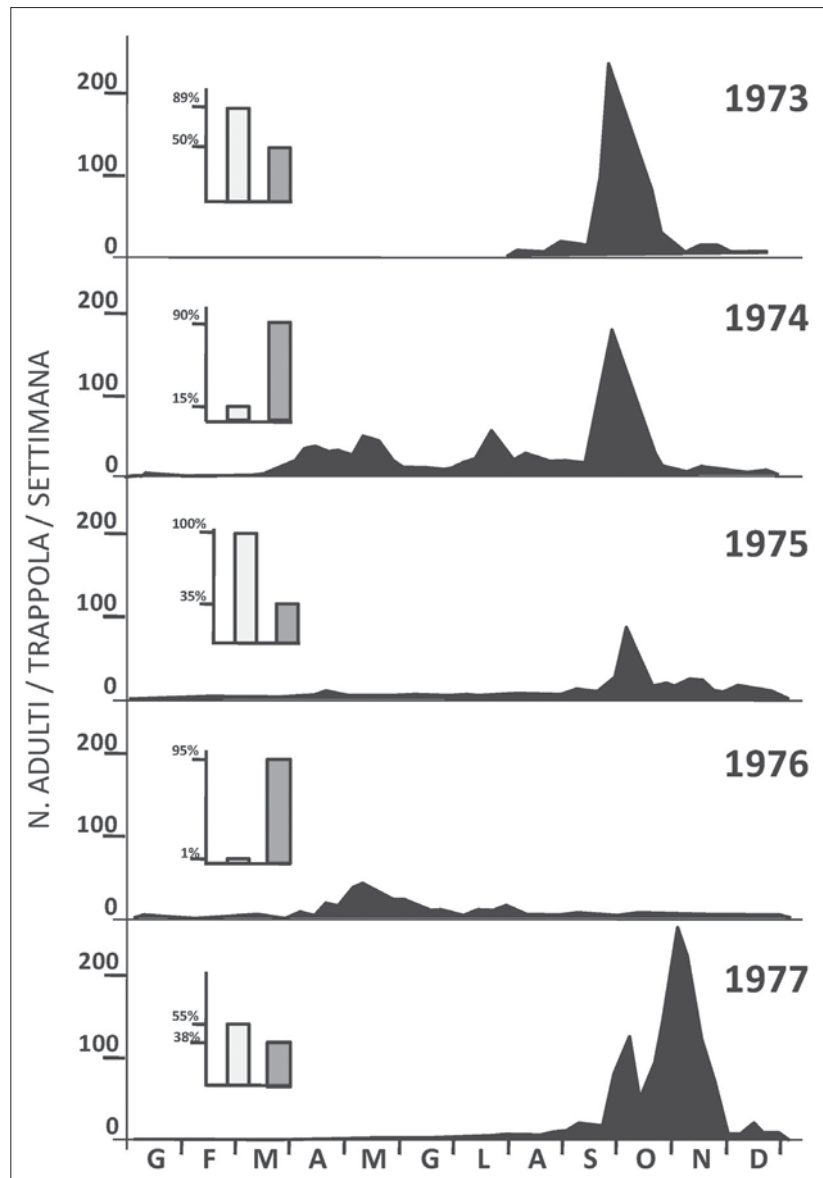


Fig. 1 – Catture di adulti di *Bactrocera oleae* a trappole gialle in un oliveto della Sardegna nord-occidentale (SORSO, 1973-1977). Negli istogrammi la colonna chiara rappresenta la produzione di olive (100% = 45 kg/pianta) mentre quella grigia scura l'infestazione alla raccolta (da DELRIO *et al.*, 1978).

zialmente da iperparassita (RUSSO L., 1967; ROBERTI e MONACO, 1967; ARAMBOURG e PRALAVORIO, 1974; DELRIO *et al.*, 2007). Questi Calcidoidei sono specie polifaghe di cui sono conosciuti soltanto pochi ospiti oltre a *B. oleae*, ad esclusione di *E. urozonus* che attacca moltissime specie di insetti di diversi Ordini. La frequenza di questi parassitoidi varia nelle diverse località e dipende fortemente dalla presenza di convittrici, che si sviluppano su altre piante (BOCCACCIO e PETACCHI, 2009). Solamente *P. mediterraneus* ed *E. urozonus* trovano altri ospiti sull'olivo o nell'oliveto e, infatti, risultano i parassitoidi più frequenti. In alcune aree meridionali le larve della mosca delle olive sono attaccate anche da un Braconide endofago, *Psytalia concolor* (Szepligeti), che però esplica

la sua massima attività parassitaria a fine stagione. Il tasso di parassitismo raggiunto nei mesi estivi dal complesso di questi entomofagi può raggiungere in alcuni casi il 60-70%, apportando un notevole contributo al controllo delle popolazioni della mosca, che però non è mai sufficiente a bloccare le infestazioni (ARAMBOURG e PRALAVORIO, 1974; DELRIO e PROTA, 1976).

FATTORI DETERMINANTI L'ABBONDANZA DI POPOLAZIONE

Nella stessa area olivicola, l'abbondanza di popolazione e l'intensità degli attacchi sono molto varia-

bili negli anni e sono influenzate da diversi fattori abiotici e biotici, fra cui assumono grande importanza l'andamento meteorologico, la produzione di olive e i nemici naturali (LUPO, 1943). Per determinare i fattori chiave di regolazione delle popolazioni è necessario però compiere studi di dinamica di popolazione prolungati negli anni, costruendo tavole della vita e identificando il contributo dei fattori che agiscono sulla mortalità e sulla natalità (n. di uova deposte) delle diverse generazioni (KAPATOS e FLETCHER, 1986; KAPATOS, 1989).

In un oliveto collinare (350 m s.l.m) della Sardegna nord-occidentale sono state rilevate durante 10 anni consecutivi le produzioni di olive, le popolazioni di adulti, le infestazioni e sono state stimate le mortalità degli stadi preimmaginali nelle olive e delle pupe svernanti nel terreno (DELRIO e PROTA, 1990). La fruttificazione è stata molto variabile, ma non alterante, con 2 annate consecutive di medio-alta pro-

duzione (39-71 Kg/pianta) seguite da un anno di scarica (13-27 Kg). Gli adulti di *B. oleae* sono stati catturati con trappole gialle durante tutto l'anno e le loro popolazioni sono variate irregolarmente negli anni. Sono state rilevate 3 generazioni estivo-autunnali e, solamente in 3 anni, una quarta generazione primaverile perché non si era potuto procedere alla raccolta integrale delle olive, che veniva fatta manualmente. Sono state costruite tavole della vita, stimando le mortalità di tutti gli stadi preimmaginali e il numero di uova deposto (natalità) per ognuna delle 30 generazioni estivo-autunnali utilizzando il metodo sviluppato da KAPATOS e FLETCHER (1986). Recentemente questi dati sono stati elaborati utilizzando il metodo dell'analisi dei fattori chiave (VARLEY e GRADWELL, 1960) modificato da SOUTWOOD (1978) per le specie con generazioni che si accavallano (KAPATOS e FLETCHER, 1986) (Fig. 2). I fattori di mortalità più rilevanti sugli stadi preimmaginali sono

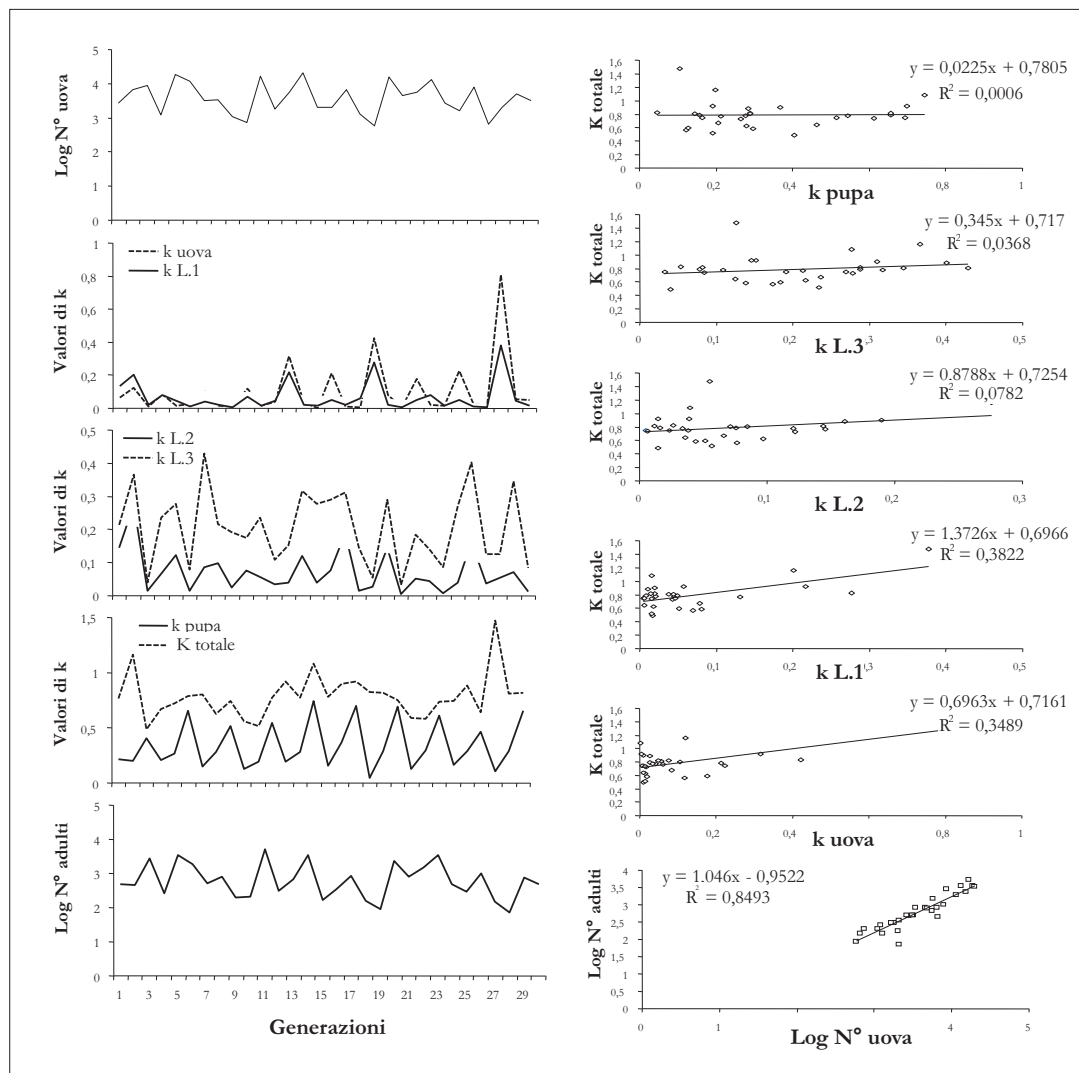


Fig. 2 – Analisi dei fattori chiave di una popolazione di *Bactrocera oleae* in Sardegna (OSSI, 1974-1983). Natalità (numero uova deposte) e mortalità di 30 generazioni estivo-autunnali (grafici a sinistra). Relazione tra mortalità totale (K) e mortalità dei singoli stadi (k) e fra numero di uova deposte e numero di adulti sfarfallati per ogni generazione (grafici a destra).

stati: le alte temperature di luglio-agosto che agiscono su uova e larve neonate della prima generazione, il parassitismo di *P. mediterraneus* ed *E. urozonus* su larve e pupe della seconda generazione e le basse temperature e la predazione sulle pupe svernanti nel terreno della terza generazione. La mortalità totale (K), da uovo ad adulto, è risultata correlata solo con la mortalità parziale (k) delle uova e delle larve di 1 età ($R^2 = 0,34-0,38$). Tuttavia, il numero di adulti prodotto da ogni generazione sembra essere più correlato con il numero di uova deposte dagli adulti della generazione precedente ($R^2 = 0,85$) piuttosto che con la mortalità totale. Dall'analisi dei fattori chiave si può quindi dedurre che il fattore che ha influito maggiormente sulle variazioni delle popolazioni studiate sia stato la natalità (n. di uova deposte), a sua volta dipendente dal numero di adulti prodotti dalle generazioni precedenti e dai fattori che influenzano la fecondità (andamento climatico, quantità di olive e nutrimento degli adulti). In particolare, le variazioni di produzione di olive negli anni hanno influenzato l'abbondanza delle popolazioni di *B. oleae* e il livello di infestazione. In generale, le infestazioni sono state molto alte (fino al 100%) negli anni di bassa e media produzione di olive e più limitate in quelli di alta produzione. Una simile conclusione, basata sullo studio delle tavole della vita, è stata raggiunta a Corfù in uno studio durato 2 anni (KAPATOS e FLETCHER, 1986).

CONCLUSIONI

La mosca delle olive è una specie r strategista le cui popolazioni sono limitate dalla quantità di frutti disponibili (SOUTHWOOD, 1977). Nelle aree olivicole a clima mite, in cui l'insetto può compiere 4-5 generazioni all'anno ed è meno soggetto ai fattori climatici, l'abbondanza di adulti di ogni generazione è variabile e dipende essenzialmente dal numero di uova deposte dagli adulti della generazione precedente e dalla disponibilità di frutti. Le popolazioni della mosca delle olive e le infestazioni sono pertanto determinate non dai fattori che agiscono sulla mortalità (temperature ed entomofagi), ma dalla produzione delle piante. L'andamento biennale della produzione delle olive tipico dell'olivicoltura tradizionale determina maggiori infestazioni nelle annate di scarica e minori in quelle di carica.

Nelle zone climatiche meno favorevoli all'insetto, come quelle caratterizzate da inverni rigidi oppure da elevate temperature estive, anche i fattori meteorologici potrebbero avere un ruolo importante nel determinare le variazioni di abbondanza delle popolazioni e le infestazioni sulle drupe.

RIASSUNTO

La mosca delle olive, *Bactrocera oleae* (Rossi), è una specie polivoltina che, in funzione della latitudine e dell'altitudine, dell'andamento climatico e della disponibilità di olive sulla pianta anche in primavera, può svolgere in Italia fino a 5 generazioni. Nelle aree litoranee con clima mite l'adulto si riscontra durante tutto l'anno, con massima densità in primavera ed autunno. Le femmine hanno gli ovari immaturi in inverno, a causa delle basse temperature e, a fine primavera-inizio estate, probabilmente per l'assenza di olive ricettive per l'ovideposizione. In primavera *B. oleae* può sviluppare 1-2 generazioni sulle olive rimaste sulla pianta, particolarmente nelle annate di alta produzione, e 3-4 generazioni in estate-autunno. Negli oliveti situati ad altitudine più elevata e nell'Italia centrale, gli adulti nascono in primavera dalle pupe svernanti e attaccano le olive in estate dando origine a 1-3 generazioni autunnali a seconda delle condizioni climatiche. L'abbondanza di popolazione e l'intensità degli attacchi alle olive sono molto variabili negli anni e sono influenzate da diversi fattori abiotici e biotici, fra cui assumono grande importanza il clima, l'andamento meteorologico, la cultivar, la quantità di olive e i nemici naturali. In un'area olivicola a clima mite (Sardegna nord-occidentale) sono state rilevate durante 10 anni le produzioni di olive, le popolazioni di adulti, le infestazioni e sono stati stimati le mortalità degli stadi preimmaginali nelle olive e delle pupe svernanti nel terreno. I fattori di mortalità più rilevanti sono stati: le alte temperature di luglio-agosto che agiscono su uova e larve neonate, il parassitismo di *Pnigalio mediterraneus* sulle larve e le basse temperature e la predazione sulle pupe svernanti nel terreno. Tuttavia, il fattore che ha influito maggiormente sulle variazioni di popolazione è risultato la natalità (n. di uova deposte), a sua volta dipendente dal numero di adulti prodotti dalle generazioni precedenti. In particolare, le variazioni di produzione di olive negli anni hanno influenzato l'abbondanza delle popolazioni di *B. oleae* e il livello di infestazione. In generale, le infestazioni sono state molto alte (fino al 100%) negli anni di bassa e media produzione di olive e più limitate in quelli di alta produzione.

BIBLIOGRAFIA

- ARAMBOURG Y., PRALAVORIO R., 1972 – *Survie hivernale de Dacus oleae Gmel.* - Annls. Zool.- Ecol. Anim., 2 (4): 659-662.
- ARAMBOURG Y., PRALAVORIO R., 1974 – *Les chalcidiens ectophages* (Hym. Chalcidoidea) *parasites de Dacus oleae Gmel.* (Dipt. Trypetidae). - Ann. Inst. phytopath. Benaki. N.S. 11 (1): 30-46.
- AVIDOV Z., 1957 – *Phenology of the olive fruit fly (Dacus oleae Gmel.) in the coastal plain of Israel.* - Ktavim, Rehovot, 8 (1-2): 105-116.
- BELCARI A., LOI G., PAPARATTI B., RASPI A., BAGNOLI B., 1983 – *Indagini preliminari condotte negli anni 1977-79 in differenti aree olivicole della Toscana sullo sviluppo del Dacus oleae (Gmel.).* - L'agric. Ital. 5/6: 3-13.
- BELCARI A., RASPI A., CROVETTI A., 1989 – *Studies for the realisation of a regional chart of dacic risk, based on climatic, phenological and biological parameters.* In: R. Cavalloro (Ed), Proc. CEC/IOBC Int. Symp. Fruit Flies of Economic Importance 87, Rome, 7-10 April 1987: 49-60. A.A. Balkema, Rotterdam.
- BLANDO S., MINEO G., 2006 – *Generazioni primaverili della mosca delle olive sull'olivastro (Olea europaea var.*

- syvestris Brot.) in Sicilia. - Boll. Zool. agr. Bachic., Ser. II, 38 (2): 173-178.
- BOCCACCIO L., PETACCHI R., 2009 - *Landscape effects on the complex of Bactrocera oleae parasitoids and implications for conservation biological control*. - BioControl, 54: 607-616.
- BROUFAS G. D., PAPPAS M. L., KOVEOS D.S., 2009 - *Effect of relative humidity on longevity, ovarian maturation, and egg production in the olive fruit fly* (Diptera: Tephritidae). - Ann. Entomol. Soc. Am., 102 (1): 70-75.
- BUA G., 1934 - *I fattori meteorologici e la mosca dell'olivo*. - La Meteorologia Pratica, XV (3): 3-12.
- CAVALLORO R., DELRIO G., 1975 - *Osservazioni sulla distribuzione e sopravvivenza delle pupe di Dacus oleae Gmelin nel terreno*. - Redia, LXI: 167-175.
- CIRIO U., GAZZIANO S., LIPIZZI F., MENNA C., 1994 - *Distribuzione spazio-temporale di Bactrocera oleae (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) nel territorio di Canino (Prov. Di Viterbo)*. - Atti XVII Congresso nazionale italiano di Entomologia, Udine 13-18 giugno 1994: 581-584.
- CROVETTI A., QUAGLIA F., LOI G., ROSSI E., MALFATTI P., CHESI F., CONTI B., BELCARI A., RASPI A., PAPARATTI B., 1982 - *Influenza di temperatura e umidità sullo sviluppo degli stadi preimmaginali di Dacus oleae (Gmel.)*. - Frustula Entomologica, n.s. V: 155-136.
- COSSU A., DELRIO G., DI COLA G., GILIOI G., 1999 - *Modelli matematici nella protezione integrata delle colture in Sardegna*. Collana di Agrometeorologia per la Sardegna, Nota Tecnica SAR 3 - 1999
- DELRIO G., 1978 - *Fattori di regolazione delle popolazioni di Dacus oleae Gmelin nella Sardegna nord-occidentale*. - Notiziario sulle Malattie delle piante, 98-99: 27-45.
- DELRIO G., CAVALLORO R., 1977 - *Reperti sul ciclo biologico e sulla dinamica di popolazione del Dacus oleae Gmelin in Liguria*. - Redia, LX; 221-253
- DELRIO G., PROTA R., 1976 - *Osservazioni eco-etologiche sul Dacus oleae Gmelin nella Sardegna nord-occidentale*. - Boll. Zool. agr. Bachic., Ser. II, 13:
- DELRIO G., PROTA R., 1990 - *Determinants of abundance in a population of the olive fruitfly*. - Frustula Entomologica, n.s. XI: 47-55.
- DELRIO G., LENTINI A., SATTA A., 2005 - *Biological control of olive fruit fly through inoculative releases of Opius concolor Szépl.* - IOBC/wprs Bulletin., 28 (9): 53-58.
- DELRIO G., LENTINI A., SATTA A., 2007 - *Augmentative releases of Eupelmus urozonus Dalm. against the olive fruit fly and observations on its facultative hyperparasitism*. - IOBC wprs Bull., 30 (9).
- DELRIO G., LUCIANO P., ORTU S., PROTA R., 1978 - *Variazioni delle popolazioni di Dacus oleae Gmel. e programmazione della lotta nell'olivicoltura sarda*. - Atti Giornate Fitopatologiche 1978: 269-276.
- FLETCHER B.S., KAPATOS E.T., 1983a - *An evaluation of different temperature-development rate models for predicting the phenology of the olive fly Dacus oleae*. - In: R. Cavalloro (Ed.) Proc. CEC/IOBC Int. Symposium Athens/Greece/ 16-19 November 1982: 321-329.
- FLETCHER B.S., KAPATOS E.T., 1983b - *The influence of temperature, diet and olive fruits on the maturation rates of female olive flies at different times of the year*. - Ent. exp. & appl., 33: 244-252.
- FLETCHER B.S., PAPPAS S., KAPATOS E., 1978 - *Changes in the ovaries of olive flies (Dacus oleae (Gmelin)) during the summer and their relationship to temperature, humidity and fruit availability*. - Ecol. Entomol., 3: 99-107.
- GILIOI G., COSSU A., 2002 - *Prime validazioni di un Individual-based Model per la simulazione della dinamica di popolazioni di Bactrocera oleae (Gmelin)*. - Atti XIX Congresso nazionale italiano di Entomologia, Catania 10-12 giugno 2002: 685-691.
- GIROLAMI V., 1979 - *Studi biologici e demoecologici sul Dacus oleae (Gmelin). 1. Influenza dei fattori ambientali abiotici sull'adulto e sugli stadi preimmaginali*. - Redia LXII: 147-191.
- GIROLAMI V., RENSI F., PAVAN F., STRAPAZZON A., BRIAN E., 1989 - *Host plant stimulation of oogenesis in Dacus oleae Gmel.* - In: R. Cavalloro (Ed), Proc. CEC/IOBC Int. Symp. Fruit Flies of Economic Importance 87, Rome, 7-10 April 1987: 159-167. A.A. Balkema, Rotterdam.
- GONCALVES F.M., RODRIGUES M.C., PEREIRA J.A., THISTLEWOOD H., TORRES L.M., 2012 - *Natural mortality of immature stages of Bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae) in traditional olive groves from north-eastern Portugal*. - Biocontrol Science and Technology, 22 (7): 837-854.
- GUTIERREZ A.P., PONTI L., COSSU Q.A., 2009 - *Effects of climate warming on Olive and olive fly (Bactrocera oleae (Gmelin) in California and Italy*. - Climatic Change, DOI 10.1007/s10584-008-9528-4
- KAPATOS E.T., 1989 - *Demography and life tables of fruit flies*. In: Fruit Flies of Economic Importance 87. Proc. CEC/IOBC Int. Symp. Rome/Italy/ 7-10 April 1987: 15-23.
- KAPATOS E. T., FLETCHER B. S., 1984 - *The phenology of the olive fly, Dacus oleae (Gmel.) (Diptera, Tephritidae), in Corfu*. - Z. ang. Ent., 97: 360-370.
- KAPATOS E. T., FLETCHER B. S., 1986 - *Mortality factors and life-budgets for immature stages of the olive fly, Dacus oleae (Gmel.) (Diptera, Tephritidae), in Corfu*. - J. Appl. Ent., 102: 326-342.
- KOVEOS D.S., 2001 - *Rapid cold hardening in the olive fruit fly Bactrocera oleae under laboratory and field conditions*. - Ent. Exp. & appl., 101: 257-263.
- LA FACE L., 1954 - *Sul comportamento invernale e primaverile della mosca delle olive (Dacus oleae) in provincia di Latina ed alcune norme di lotta contro l'insetto*. Rc. Ist. Sup. Sanità, XVII (VII): 521-529.
- LAVEE S., 2007 - *Biennial bearing in olive (Olea europaea)*. - Annales - Ser. hist. nat., 17: 101-112.
- LUPO V., 1943 - *L'andamento climatico, la mosca delle olive e sua migrazione*. - Boll. Lab. Zool. Gen. agr. Portici, 31: 135-177.
- MELIS A., 1954 - *Il peso esercitato sul comportamento del Dacus oleae Gmel. dal fattore termico*. - Redia, XXXIX: 1-28.
- MELIS A., 1956 - *Ancora il fattore termico causa determinante dell'entità degli sfarfallamenti invernali e primaverili del Dacus nel 1954-55*. - Redia, XLI: 1-22.
- MICHELAKIS S.E., NEUENSCHWANDER P., 1985 - *Bio-ecological data on Dacus oleae (Gmel.) for selective control in Crete, Greece*. In: R. Cavalloro & A. Crovetto (Eds.). Proc. CEC/FAO/IOBC Int. Joint Meeting Integrated Pest Control in Olive-groves, Pisa, 3-6 April 1984: 94-103. A.A. Balkema, Rotterdam.
- MONASTERO S., 1954 - *Sui rapporti tra fattori climatici e infestazione dacica*. - Boll. Ist. Ent. Agr. Oss. Fitopat. Palermo, 1: 9-54
- NEUENSCHWANDER P., COMINS H., 1985 - *The development and use of a computer simulation model to study the population dynamics of Dacus oleae and other fruit flies*. - Atti XIV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, Erice, Bagheria 1989: 561-575.

- NEUENSCHWANDER P., MICHELAKIS S., 1979 – *Determination of the lower thermal thresholds and day-degree requirements for eggs and larvae of Dacus oleae (Gmel.) (Diptera: Tephritidae) under field conditions in Crete, Greece.* - Bull. Soc. Entomol. Suisse, 52: 57-74.
- NEUENSCHWANDER P., MICHELAKIS S., BIGLER F., 1981 – *Abiotic factors affecting mortality of Dacus oleae larvae and pupae in the soil.* - Ent. Exp. & appl., 30: 1-9.
- PAPARATTI B., 1991 – *Dacus oleae (Gmel.): Dinamica di popolazione degli adulti, sex ratio e analisi dell'infestazione delle drupe nel triennio 1988-90, in un oliveto della cultivar "Canino" in Provincia di Viterbo.* - Frustula Entomologica, n.s. XIV: 55-69.
- PAPPAS M.L., BROUFAS G.D., KOUFALI N., PIERI P., KOVEOS D.S., 2011 – *Effect of heat stress on survival and reproduction of the olive fruit fly Bactocera (Dacus) oleae.* - J. Appl. Entomol., 135: 359-366.
- PETACCHI R., 1989 – *Dacus oleae (Gmelin): primi risultati di uno studio poliennale sulla dinamica dell'infestazione in due biotopi della Liguria di Levante.* - Frustula Entomologica, n.s. XII: 71-90.
- PITZALIS M., 1985 – *Bioclimatology and insect development forecast: Degree days and phenophases of Dacus oleae (Gmel.).* In: R. Cavalloro & A. Crovetto (Eds.). Proc. CEC/FAO/IOBC Int. Joint Meeting Integrated Pest Control in Olive-groves, Pisa, 3-6 April 1984: 84-93. A.A. Balkema, Rotterdam.
- PUCCI C., FORCINA A., 1981 – *Dinamica di popolazione degli stadi preimmaginali del Dacus oleae (Gmel.) nelle drupe.* - Frustula Entomologica, n.s. 4: 3-43.
- PUCCI C., MONTANARI G.M., BAGNOLI B., 1985 – *Influence of some climatic factors on mortality of eggs and larvae of Dacus oleae (Gmel.).* In: R. Cavalloro & A. Crovetto (Eds.). Proc. CEC/FAO/IOBC Int. Joint Meeting Integrated Pest Control in Olive-groves, Pisa, 3-6 April 1984: 78-83. A.A. Balkema, Rotterdam.
- RASPI A., IACOMO E., CANALE A., 2002 – *Variable photoperiod and presence of mature eggs in olive fruit fly, Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera, Tephritidae).* - Redia, 85: 111-119.
- RASPI A., MALFATTI P., ANTONELLI R., 1983 – *Ricerche per l'applicazione di metodologie statistiche nella lotta integrata in olivicoltura. Analisi dei dati ottenuti con la sperimentazione eseguita ad Asciano (Pisa) nel 1983.* - Frustula Entomologica, n.s. VII: 395-412.
- ROBERTI D., MONACO R., 1967 – *Osservazioni eseguite in Puglia nel 1966 sui parassiti ectofagi delle larve della mosca delle olive (Dacus oleae Gmel.) in relazione anche ai trattamenti con esteri fosforici.* - Entomologica, III: 237-275.
- ROCCHI M., 1936 – *Effetto dei fattori meteorologici sullo sviluppo e la diffusione della mosca dell'olivo.* - La Meteorologia Pratica, XVII (3): 3-11.
- RUSSO G., 1968 – *Osservazioni bio-ecologiche sul Dacus oleae GMEL. e prove di lotta chimica antidacica in Ascea Marina.* - Boll. Lab. Ent. Agr. Portici, XXVI: 63-98.
- RUSSO G., SANTORO R., 1952 – *Esperimenti di lotta antidacica in Ascea Marina (Salerno) nel 1951.* - Boll. Lab. Ent. Agr. «Filippo Silvestri», XI: 256-311.
- RUSSO L., 1967 – *Studio sugli Imenotteri parassiti della Mosca delle olive (Dacus oleae Gmel.) in Campania.* - Boll. Lab. Ent. Agr. Portici, 25: 177-228.
- SIGWALT B., MICHELAKIS S., ALEXANDRAKIS V., 1977 – *L'hivernation de Dacus oleae Gmel. (Dipt., Tephritidae) à l'état de pupe.* - Ann. Zool. Ecol. Anim., 9 (2): 287-297.
- SILVESTRI F., 1907 – *Generazioni della mosca delle olive.* - Boll. Lab. Zool. Gen. Agr., Portici, 2: 13-17.
- SOUTHWOOD T.R.E., 1977 – *Habitat, the templet for ecological strategies?* - J. Anim. Ecol., 46: 337-365.
- SOUTHWOOD T.R.E., 1978 – *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations.* - London, Chapman and Hall.
- TZANAKAKIS M.E., 2006 – *Insect and mites feeding on olive. Distribution, importance, habits, seasonal development, and dormancy.* Brill. Leiden, pp. 1-182.
- VARLEY G.C., GRADWELL G.R., 1960 – *Key factors in population studies.* - J. Anim. Ecol., 29: 399-401.
- WANG X-G., JOHNSON M.W., DAANE K.M., NADEL H., 2009 – *High summer temperatures affect the survival and reproduction of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae).* - Environ. Entomol., 38: 1496-1504.
- ZANGHERI S., MASUTTI L., CAVALLORO R., GIROLAMI V., 1973 – *Nuovi orientamenti nella lotta contro il Dacus oleae Gmelin: saggi preliminari e prospettive di studio biologico e demoeologico nell'Italia settentrionale.* - Redia, LIV: 73-82.

SHEDDING LIGHT ON THE SEXUAL CHEMOECOLOGY OF OLIVE FRUIT FLY, *BACTROCERA OLEAE* (ROSSI) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

ANGELO CANALE (*) - GIOVANNI BENELLI (*) - GIACINTO SALVATORE GERMINARA (**)
ADRIANO CARPITA (***) - ALFIO RASPI (*) - GIUSEPPE ROTUNDO (****)

(*) *Università di Pisa, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italy; correspondence: angelo.canale@unipi.it*

(**) *Università di Foggia, Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente, via Napoli 25, 71122 Foggia, Italy*

(***) *Università di Pisa, Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Moruzzi, 13, 56124 Pisa, Italy*

(****) *Università del Molise, Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti, via De Sanctis, 86100 Campobasso, Italy*

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Recenti acquisizioni per il controllo sostenibile di *Bactrocera oleae*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 19 febbraio 2016.

Shedding light on the sexual chemoecology of olive fruit fly, Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae)

The olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, has a peculiar sexual chemical ecology, guided by both male- and female-borne olfactory cues, mostly produced in glands associated to the rectal ampulla. Despite the research on *B. oleae* female pheromones has a long history, only few components (mainly 1,7-dioxaspiro[5.5]undecane) have been investigated in-depth. Recently it has been outlined that young *B. oleae* males also produce 1,7-dioxaspiro[5.5]undecane in the rectal glands. Then, when males become sexually mature, they increase the production of (Z)-9-tricosene, which attracts females. Furthermore, *B. oleae* females produce a multi-component sex pheromone containing 1,7-dioxaspiro[5.5]undecane, methyl dodecanoate, alpha-pinene, nonanal, and several C6-C18 fatty acid esters. Two of the latter group (i.e. methyl hexadecanoate and ethyl decanoate) attracted males and females, respectively. To the best of our knowledge, this is the first report on a female-borne compound attracting conspecific females in tephritid flies.

KEY WORDS: courtship; Integrated Pest Management; oleon; rectal glands; (Z)-9-tricosene

INTRODUCTION

The family Tephritidae (Diptera), also known as "true fruit flies", contains over 4,000 species, many of which constitute enormous threats to fruit and vegetable production throughout the world (BENELLI *et al.*, 2014a, b). The olive fruit fly is a tephritid carpophagous on fruits of a few *Olea* species, including *Olea europaea* L. Nowadays, it is considered the major pest of commercial olives world-wide, affecting almost all the world olive production with few exceptions in isolated areas where low temperatures limit its occurrence (DAANE & JOHNSON, 2010).

The control of *B. oleae* is based mainly on the use of chemical insecticides, posing serious threats to human health and environmental safety (STARK *et al.*, 2004; THOMAS & MANGAN, 2005). Some plant-borne compounds have been proposed as potentially useful chemicals against *B. oleae* (CANALE *et al.*, 2013a). However, they are toxic against non-target arthropods, such as olive fruit fly parasitoids (BENELLI *et al.*, 2013a). Concerning natural enemies, several braconid species were proposed to improve IPM programs against the

olive fruit fly (WANG *et al.*, 2011), but no consistent results were obtained in the control of *B. oleae* populations (YOKOYAMA *et al.*, 2008; CANALE & BENELLI, 2012). Concerning the use of semiochemicals in *B. oleae* IPM approaches, to date the control programs rely only to the major component of the female sex pheromone, while in both sexes the *B. oleae* sexual chemoecology is driven by a higher number of compounds, largely unknown (CANALE *et al.* 2013b).

B. OLEAE SEXUAL CHEMOECOLOGY: WHAT WE REALLY KNOW?

Regarding the use of semiochemicals in Integrated Pest Management programs against *B. oleae*, the major known component of the female sex pheromone, 1,7-dioxaspiro[5.5]undecane (DSU), has been extensively used for monitoring and mass-trapping (HANIOTAKIS *et al.*, 1977). Also lure and kill strategies have been proposed in different olive-grove countries by formulating food baits plus DSU, with patchy results (DAANE & JOHNSON, 2010). However, these semiochemicals-

based control approaches rely only to the major component of the female sex pheromone (DSU) (GIL-ORTIZ, 2012), while the *B. oleae* sexual chemoecology is driven by a higher number of compounds, largely unknown (CANALE *et al.*, 2013b, 2015). Indeed, in the olive fruit fly the perception of sex-specific olfactory cues from both sexes is important during courtship and mating (BENELLI, 2014, 2015a, b; BENELLI *et al.*, 2012, 2015).

ADVANCES ON MALE CHEMOECOLOGY

The role of sex attractants produced by males has been recently investigated. Young *B. oleae* males produce DSU in the rectal glands (LEVI-ZADA *et al.*, 2012). The presence of DSU in young males cannot be considered a case of chemical mimicry (*sensu* RUTHER & STEINER 2008), since the mating performance of young males is not superior to that of adults (BENELLI *et al.*, 2013b).

When olive fruit fly males become sexually mature, they significantly increase the production of (Z)-9-tricosene, a compound unique to males, which is able to selectively attract females during the close-range phase only (CARPITA *et al.*, 2012; CANALE *et al.*, 2013a).

ADVANCES ON FEMALE CHEMOECOLOGY

On the other hand, knowledge about sex-specific chemicals produced by *B. oleae* females has a long research history. Virgin females produce a multi-component sex pheromone containing four major constituents with a synergistic action: DSU and methyl dodecanoate are produced in the rectal glands, while alpha-pinene and nonanal are produced elsewhere in the body (BAKER *et al.*, 1980; MAZOMENOS & HANOTAKIS 1981, 1985). Among these compounds, DSU is described as the most abundant component and exhibits the highest biological activity towards males (MAZOMENOS & HANOTAKIS 1981, 1985). Recently, GEROFOTIS *et al.*, (2013) highlighted that the exposure of sexually mature male and female olive flies to the aroma of alpha-pinene increases subsequent mating success compared to non-exposed individuals.

Olive fruit fly female sexual chemoecology is far from a full understanding. In addition to the four well-known pheromone components, several researches claimed that other compounds are produced in the female rectal glands (ROSSI *et al.*, 1978; GARIBOLDI *et al.*, 1982, 1983). Among them, there are a number of C6-C18 fatty acid esters

identified by GARIBOLDI *et al.*, (1983), but no data were available on sex-specificity and bioactivity of such molecules. Later on, CARPITA *et al.*, (2011) provided preliminary results about the presence of at least eight sex-specific compounds (C10-18 fatty acid esters) produced by *B. oleae* females in their rectal glands.

Recently, GC and GC/EI-MS, identified nine sex-specific chemicals and an additional compound [ethyl(Z)-9-octadecenoate], less abundant in females over males. Age-related production of all compounds raised over time. In 21-day-old females, it reached amounts from a minimum of 8.08 ng/fly (n-butyl dodecanoate) to a maximum of 87.19 ng/fly (ethyl hexadecanoate). In EAG experiments, all chemicals were perceived by both sexes. Methyl hexadecanoate and ethyl decanoate attracted males and females, respectively (CANALE *et al.*, 2015).

CONCLUSIONS

Overall, *B. oleae* has a peculiar sexual chemical ecology, guided by both male- and female-borne olfactory cues, mostly produced by rectal glands. Recently it has been outlined that young *B. oleae* males also produce DSU in the rectal glands. Then, when males become sexually mature, they increase the production of (Z)-9-tricosene, which attracts females. Furthermore, *B. oleae* females produce a multi-component sex pheromone containing DSU, methyl dodecanoate, alpha-pinene, nonanal, and several C6-C18 fatty acid esters. Two of the latter group (i.e. methyl hexadecanoate and ethyl decanoate) attracted males and females, respectively.

To the best of our knowledge, this is the first female-borne compound attracting conspecific females in tephritid flies. Further research is ongoing to test blends of DSU, methyl hexadecanoate and ethyl decanoate as lures to enhance sex pheromone blends used in IPM programmes against *B. oleae*, in order to improve current control tools in the fight against this key pest.

RIASSUNTO

RECENTI ACQUISIZIONI SULLA COMUNICAZIONE CHIMICA INTRASPECIFICA IN *BACTROCERA OLEAE* (ROSSI) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

Nella mosca delle olive, *Bactrocera oleae*, le ghiandole associate alla ampolla rettale di entrambi i sessi sono coinvolte nella produzione di sostanze ad azione semiochimica. Nonostante la ricerca sui feromoni sessuali in questa specie abbia una lunga storia, solo pochi loro componenti (princi-

palmente 1,7-dioxaspiro[5.5]undecano prodotto dalle femmine) sono stati indagati in maniera approfondita. Recentemente, è stato dimostrato che anche il maschio giovane produce 1,7-dioxaspiro[5.5]undecano nelle ghiandole associate alla ampolla rettale e che quando esso raggiunge la maturità sessuale sintetizza, nelle stesse ghiandole, (Z)-9-tricosene, un componente in grado di attrarre le femmine. Relativamente a queste ultime, indagini analitiche hanno inoltre evidenziato che esse producono un feromone sessuale multi-componente contenente, oltre al noto 1,7-dioxaspiro[5.5]undecano, anche metil dodecanoato, alpha-pinene, nonanale e differenti esteri di acidi grassi C6–C18. Due di questi componenti, metil esadecanoato ed etil decanoato, sono in grado di attirare i maschi e le femmine, rispettivamente. Questa rappresenta la prima evidenza nei tefritidi di un composto prodotto dalle femmine in grado di attirare femmine conspecifiche.

REFERENCES

- BAKER R., HERBERT, R.H., HOWSE P.E., JONES O.T., FRANCKE W., REITH W., 1980 – *Identification and synthesis of the major sex pheromone of the olive fly, Dacus oleae*. - J. Chem. Soc. Chem. Comm., 1: 52–54.
- BENELLI G., 2014 – *Aggressive behavior and territoriality in the olive fruit fly, Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae): role of residence and time of day*. - J. Insect Behav., 27: 145–161.
- BENELLI G., 2015a – *Aggression in Tephritidae flies: where, when, why? Future directions for research in Integrated Pest Management*. - Insects, 6: 38–53.
- BENELLI G., 2015b – *Should I fight or should I flight? How studying insect aggression can help Integrated Pest Management*. - Pest. Manag. Sci., doi: 10.1002/ps.3974
- BENELLI G., CANALE A., BONSIGNORI G., RAGNI G., STEFANINI C., RASPI A., 2012 – *Male wing vibration in the mating behavior of the olive fruit fly Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae)*. - J. Insect Behav., 25: 590–603.
- BENELLI G., CANALE A., FLAMINI G., CIONI P.L., DEMI F., CECCARINI L., MACCHIA M., CONTI B., 2013a – *Biotoxicity of Melaleuca alternifolia (Myrtaceae) essential oil against the Mediterranean fruit fly, Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae), and its parasitoid Psytalia concolor (Hymenoptera: Braconidae)*. - Ind. Crops Prod., 50: 596–603.
- BENELLI G., BONSIGNORI G., STEFANINI C., RASPI A., CANALE A., 2013a – *The production of female sex pheromone in Bactrocera oleae (Rossi) young males does not influence their mating chances*. Entomol. Sci., 16: 47–53.
- BENELLI G., DAANE K.M., CANALE A., NIU C.Y., MESSING R.H., VARGAS R.I., 2014a – *Sexual communication and related behaviours in Tephritidae: current knowledge and potential applications for Integrated Pest Management*. - J. Pest Sci., 87: 385–405.
- BENELLI G., GIUNTI G., CANALE A., MESSING R.H., 2014b – *Lek dynamics and cues evoking mating behavior in tephritid flies infesting soft fruits: implications for behavior-based control tools*. - Appl. Entomol. Zool., 49: 363–373.
- BENELLI G., DESNEUX N., ROMANO D., CONTE G., MESSING R.H., CANALE A., 2015 – *Contest experience enhances aggressive behaviour in a fly: when losers learn to win*. - Sci. Rep., 5: 9347, <http://dx.doi.org/10.1038/srep09347>.
- CANALE A., BENELLI G., 2012 – *Impact of mass-rearing on the host-seeking behaviour and parasitism by the fruit fly parasitoid Psytalia concolor (Szepliget) (Hymenoptera: Braconidae)*. - J. Pest Sci., 85: 65–74.
- CANALE A., BENELLI G., CONTI B., LENZI G., FLAMINI G., FRANCINI A., CIONI P.L., 2013a – *Ingestion toxicity of three Lamiaceae essential oils incorporated in protein baits against the olive fruit fly, Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae)*. - Nat. Prod. Res., 27: 2091–2099.
- CANALE A., GERMINARA S.G., CARPITA A., BENELLI G., BONSIGNORI G., STEFANINI C., RASPI A., ROTUNDO G., 2013b – *Behavioural and electrophysiological responses of the olive fruit fly, Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae), to male- and female-borne sex attractants*. Chemoecology, 23: 155–164.
- CANALE A., BENELLI G., GERMINARA G.S., FUSINI G., ROMANO D., RAPALINI F., DESNEUX N., ROTUNDO G., RASPI A., CARPITA A., 2015 – *Behavioural and electrophysiological responses to overlooked female pheromone components in the olive fruit fly, Bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae)*. - Chemoecology, 25: 147–157.
- CARPITA A., CANALE A., BENELLI G., CONTI B., RASPI A., 2011 – *Componenti secondari presenti nelle ghiandole associate all'ampolla rettale delle femmine di Bactrocera oleae (Rossi)*. XXIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia. Genova, Italy, 13–16 Giugno 2011, Atti. p. 169.
- CARPITA A., CANALE A., RAFFAELLI A., SABA A., BENELLI G., RASPI A., 2012 – *(Z)-9-tricosene identified in rectal gland extracts of Bactrocera oleae males: first evidence of a male-produced female attractant in olive fruit fly*. - Naturwissenschaften, 99: 77–81.
- DAANE K.M., JOHNSON M.W., 2010 – *Olive fruit fly: managing an ancient pest in modern times*. - Annu. Rev. Entomol., 55: 151–169.
- GARIBOLDI P., JOMMI G., ROSSI R., VITA G., 1982 – *Studies on the chemical constitution and sex pheromone activity of volatile substances emitted by Dacus oleae*. - Experientia, 38: 441–444.
- GARIBOLDI P., VEROTTA L., FANELLI R., 1983 – *Studies on the sex pheromone of Dacus oleae. Analysis of the substances contained in the rectal glands*. - Experientia, 39: 502–505.
- GEROFOTIS C.D., IOANNOU C.S., PAPADOPOULOS N.T., 2013 – *Aromatized to find mates: a-pinene aroma boosts the mating success of adult olive fruit flies*. - PLoS One, 8: e81336.
- GIL-ORTIZ R., 2012 – *Development of new ecological long-lasting dispensers of semiochemicals for the control of Bactrocera oleae (Rossi)*. - Pest Manag. Sci., doi: 10.1002/ps.3415.
- HANIOTAKIS G.E., MAZOMENOS B.E., TUMLINSON I.H., 1977 – *A sex attractant of the olive fruit fly, Dacus oleae, and its biological activity under laboratory and field conditions*. - Entomol. Exp. Appl. 21: 81–87.
- LEVI-ZADA A., NESTEL D., FEFER D., NEMNI-LAVY E., DELOYA-KAHANE I., DAVID M., 2012 – *Analyzing diurnal and age-related pheromone emission of the olive fruit fly, Bactrocera oleae by sequential SPME-GCMS analysis*. - J. Chem. Ecol., 38: 1036–1041.
- MAZOMENOS B.E., HANIOTAKIS G.E., 1981 – *A multicomponent female sex pheromone of Dacus oleae Gmelin: isolation and bioassay*. - J. Chem. Ecol., 7: 1561–1573.
- MAZOMENOS B.E., HANIOTAKIS G.E., 1985 – *Male olive fruit fly attraction to synthetic sex pheromone components in laboratory and field tests*. - J. Chem. Ecol., 11: 397–405.

- ROSSI R., CARPITA A., VITA G., 1978 – *(Z)-6-Nonen-1-ol and related compounds as attractants of the olive fruit fly, Dacus oleae (Gmelin) (Diptera: Tephritidae)*. - Gazz. Chim. Ital., 108: 709-712.
- RUTHER J., STEINER S., 2008 – *Costs of female odour in males of the parasitic wasp Lariophagus distinguendus (Hymenoptera: Pteromalidae)*. - Naturwissenschaften, 95: 547-552.
- STARK J.D., VARGAS R., MILLER N., 2004 – *Toxicity of spinosad in protein bait to three economically important tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae)*. - J. Econ. Entomol. 97: 911-915.
- THOMAS D.B., MANGAN R.L., 2005 – *Nontarget impact of spinosad GF- 120 bait sprays for control of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Texas citrus*. - J. Econ. Entomol., 98: 1950-1956.
- WANG X.G., JOHNSON M.W., YOKOYAMA V.Y., PICKETT C.H., DAANE K.M., 2011 – *Comparative evaluation of two olive fruit fly parasitoids under varying abiotic conditions*. - Biocontrol, 56: 283-293.
- YOKOYAMA V.Y., RENDON P.A., SIVINSKI J., 2008 – *Psytalia cf. concolor (Hymenoptera: Braconidae) for biological control of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) in California*. - Environ. Entomol. 37: 764-773.

SEMIOCHIMICI COINVOLTI NELLE INTERAZIONI *BACTROCERA OLEAE* - OLIVO

GIACINTO S. GERMINARA (*) - ANTONIO DE CRISTOFARO (**) - GIUSEPPE ROTUNDO (**)

(*) Dipartimento di Scienze Agrarie degli Alimenti e dell'Ambiente - Università degli Studi di Foggia - Via Napoli 25, 71122 Foggia; giacinto.germinara@unifg.it

(**) Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti - Università degli Studi del Molise - Via De Sanctis, 86100 Campobasso

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Recenti acquisizioni per il controllo sostenibile di *Bactrocera oleae*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 19 febbraio 2016.

Semiochemicals involved in Bactrocera oleae-olive tree interactions

The Olive Fruit Fly (OFF), *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera, Tephritidae), is the most damaging pest of olives worldwide. The frequently use of synthetic insecticides to control this pest poses serious human health and environmental concerns. Semiochemicals that influence OFF behaviour such as feeding, mating and oviposition could provide better management options. Volatiles emitted by olive fruits and leaves and their epiphytic microflora have been shown to play a role in the OFF host plant location and oviposition behaviour. Chemical, electrophysiological, and behavioural investigations aiming to clarify the biological activity of different extracts, their fractions and individual components has been carried out in the last decades. Attraction of gravid females has been recorded in response to some plant-derived aliphatic (nonen-1-ol, hexan-1-ol, octanal, nonanal), aromatic (toluene, ethylbenzene) and terpenoid [(+)- α -pinene, (-)- β -pinene, D-(+)-limonene, L-(-)-limonene] compounds as well as to volatiles produced by microbial flora (ammonia, styrene) present on the olive and leaf surface. On the contrary, significant repellent/deterrent effects have been shown for some aliphatic aldehydes [hexanal, (*E*)-2-hexenal, (*E*)-2-heptenal, high doses of octanal] and some nonvolatile compounds. Some substances, such as (+)- α -copaene and styrene were found to act as oviposition stimulants whereas some components of olive surface waxes (oleanolic acid, maslinic acid) showed inhibiting effects. Proper formulations of these insect-behaviour modifying compounds are needed to develop semiochemical-based control strategies for this pest.

KEY WORDS: Olive fruit fly, plant volatiles, kairomones, allomones, Integrated Pest Management.

INTRODUZIONE

La mosca delle olive, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera, Tephritidae), è una specie monofaga che oltre ai frutti di *Olea europaea* ssp. *europaea*, comprendente le varietà coltivate e l'oleastro, attacca anche quelli di *O. europaea* ssp. *cuspidata* (Wall ex G. Don) Cif. [= *O. africana* Mill., *chrysophylla* Lam. o *verrucosa* (Willd.)] diffusa principalmente in Africa e Asia (DAANE e JOHNSON, 2010; HOELMER *et al.*, 2011). Vi sono evidenze, inoltre, che le larve dell'insetto possono svilupparsi anche nei frutti di *O. europaea* ssp. *guanchica* P. Vargas *et al.* e di *O. europaea* ssp. *maroccana* (Greuter e Burdet) (HOELMER *et al.*, 2011).

Il ruolo di fitofago chiave, svolto da *B. oleae* in molti contesti di coltivazione dell'olivo, costringe ad adottare ogni anno opportune misure di controllo basate essenzialmente sull'uso di insetticidi di sintesi. I problemi ambientali ed i rischi per la salute umana derivanti dal ripetuto impiego di tali mezzi di lotta stimolano da anni la ricerca di nuove molecole biologicamente attive per la messa a punto di strategie di lotta integrata, tra l'altro previste dal Decreto Legislativo n. 150 del 14/08/12 che ha recepito la Direttiva UE 128/2009 relativa all'uso sostenibile degli agrofarmaci.

I semiochimici (Gk. *semeon* = segnale) sono sostanze naturali a basso peso molecolare coinvolte nella comunicazione chimica tra gli organismi viventi. Semiochimici intraspecifici (feromoni) ed interspecifici (allelochimici) che agiscono come modificatori del comportamento degli insetti, possono essere utilizzati come mezzi ecosostenibili di lotta indiretta (catture spia) e diretta (cattura massale, lotta attratticida, confusione sessuale) (TREMBLAY e ROTUNDO, 1980; ROTUNDO e GERMINARA, 2015).

Diverse ricerche indicano che gli adulti di *B. oleae* utilizzano composti volatili emessi da foglie e frutti di *O. europaea* e dalla microflora batterica epifitica ad essi associata per la localizzazione della pianta ospite. Stimoli chimici attivi nell'immediata prossimità del frutto, percepiti mediante sensilli chemiorecettori di contatto o anche olfattivi, sono coinvolti nell'attrazione degli adulti e nell'induzione, o quantomeno nella regolazione, dell'oogenesi e dell'ovideposizione come dimostrato dal fatto che le femmine prima del ritorno negli oliveti non hanno uova già differenziate e che queste si sviluppano poco prima dell'ovideposizione anche in assenza di punture sterili sul frutto (GIROLAMI *et al.*, 1989).

È noto che le femmine di *B. oleae* depongono un solo uovo per drupa, almeno fino a quando sono dis-

ponibili olive sane. Tale capacità di distinguere un frutto sano da uno attaccato dipende molto probabilmente dalla percezione di segnali chimici. La femmina, dopo aver ovideposto, distribuisce sulla superficie dell'oliva il succo che fuoriesce dalla ferita provocata dall'ovipositore; tale succo, in parte anche assunto e poi rigurgitato attraverso il "bacio" della ferita, svolgerebbe azione deterrente per successive ovideposizioni (CIRIO, 1971).

È evidente che lo studio dei semiochimici coinvolti nelle interazioni *B. oleae*-olivo costituisce un promettente campo d'indagine per l'identificazione di nuove molecole bioattive potenzialmente utili per migliorare le attuali strategie di controllo del fitofago. Le ricerche finora condotte hanno riguardato la valutazione dell'attività biologica di diversi tipi di estratti ottenuti da frutti e foglie, l'identificazione dei composti presenti e lo studio dell'attività biologica di singoli componenti mediante indagini chimiche, elettrofisiologiche e comportamentali.

ATTIVITÀ BIOLOGICA DI ESTRATTI E FRAZIONI

Nei ditteri tefritidi, l'approccio comunemente utilizzato per la ricerca di attrattivi è stato di saggiare, in laboratorio e campo, un'ampia varietà di estratti vegetali e loro frazioni e di singoli composti, in considerazione dell'elevata polifagia di molte di queste specie (BEROZA e GREEN, 1963; KEISER *et al.*, 1975). Tuttavia, nel caso di *B. oleae*, la monofagia della specie ha indotto a valutare, principalmente verso le femmine, l'attività biologica (attrazione, repellenza, effetti sull'ovideposizione) di diverse tipologie di estratti ottenuti da frutti e foglie della pianta ospite.

SCARPATI *et al.* (1996) hanno evidenziato che estratti acquosi ottenuti per macerazione delle drupe o per lavaggio delle foglie sono attrattivi per le femmine ovideponenti di *B. oleae* e che tale attività è inibita dall'aggiunta di un antibiotico (streptomycin) durante la preparazione degli estratti. Tale osservazione ha dimostrato che le sostanze emesse dalla microflora batterica presente sulla superficie di frutti e foglie svolgono un ruolo fondamentale nel processo di localizzazione dell'ospite. GIROLAMI *et al.* (1981) riportano che estratti esanici dell'epicarpo favoriscono la maturazione delle gonadi e l'ovideposizione.

In biosaggi di doppia scelta, il numero di punture e uova deposte dalle femmine in drupe artificiali trattate con la frazione esanica di un estratto ottenuto, mediante idrodissillazione, da drupe della varietà Gentile di Larino è risultato significativamente maggiore di quello riscontrato in drupe artificiali trattate con il solo solvente, indicando la presenza di composti ad azione attrattiva verso le femmine e stimolante l'ovideposizione (ROTUNDO *et al.*, 2001).

Il succo naturale di olive è risultato fortemente deterrente nei confronti delle femmine ovideponenti, come anche le acque di vegetazione e i loro estratti fenolici ad alta concentrazione (CAPASSO *et al.*, 1994). Gli estratti di olive acerbe, inoltre, hanno mostrato una più elevata azione deterrente sull'ovideposizione rispetto a quelli ottenuti da olive mature (GIROLAMI *et al.*, 1981).

CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DEGLI ESTRATTI

Il profilo dei composti volatili presenti in estratti ottenuti da drupe in diverse fasi fenologiche ha mostrato differenze quali-quantitative sia tra le cultivar che tra le fasi fenologiche del frutto della stessa cultivar. Gli estratti, ottenuti per idrodissillazione, da drupe di tre cultivar italiane (Leccino, Gentile di Larino e Ascolana) contengono principalmente idrocarburi alifatici, aldeidi alifatici e pochi altri composti a struttura complessa, se provenienti da drupe verdi in fase di ingrossamento, e idrocarburi alifatici, alcoli alifatici, aldeidi alifatici e un numero e quantità maggiori di composti a struttura complessa se preparati da drupe in fase di invaiatura (ROTUNDO *et al.*, 2001). In quasi tutti gli estratti, le sostanze maggiormente presenti sono state 2-esenale e 2-decenale seguite da esanale, 2-eptenale, nonanale, α -farnesene (ROTUNDO *et al.*, 2001). I suddetti composti, insieme ad alcuni terpeni (limonene, pinene, mentolo) sono stati identificati negli estratti ottenuti mediante microestrazione in fase solida (SPME) da drupe di tre cultivar portoghesi (Cobrançosa, Madural, Verdeal Transmontana) in diverse momenti del processo di maturazione (MALHEIRO *et al.*, 2015a). Anche quest'ultimo lavoro ha evidenziato una riduzione dei composti volatili a basso peso molecolare ed un aumento di quelli a più alto peso molecolare, tra cui toluene e α -copaene, durante la maturazione dei frutti. Oltre a composti volatili della pianta, nello spazio di testa di estratti acquosi ottenuti per macerazione delle drupe o per lavaggio delle foglie di olivo sono stati identificati ammoniac e stirene, originati dal metabolismo della microflora batterica epifitica (SCARPATI *et al.*, 1996).

ATTIVITÀ ELETTROFISIOLOGICA DI ESTRATTI E COMPOSTI

Gli estratti ottenuti dalle drupe delle cultivar Leccino, Gentile di Larino e Ascolana hanno indotto risposte elettroantennografiche (EAG) elevate nelle femmine accoppiate di *B. oleae* ma senza differenze significative tra le tre cultivar. Per ciascuna cultivar, inoltre, le risposte EAG sono risultate in media maggiori per gli estratti da drupe verdi in fase di ingrossamento

del frutto rispetto a quelle registrate per gli estratti da drupe in fase di invaiatura, probabilmente per la maggiore presenza di composti volatili a basso peso molecolare (ROTUNDO *et al.*, 2001). L'analisi degli estratti mediante gascromatografia abbinata ad elettroantennografia (GC-EAD) ha evidenziato un'elevata attività elettrofisiologica per alcune aldeidi alifatiche (2-esanale, 2-eptanale, nonanale, 2-decenale) (ROTUNDO *et al.*, 2001). Più recentemente, è stata studiata la sensibilità olfattiva di maschi e femmine di diversa età ad estratti di tre cultivar portoghesi e ad alcuni dei componenti principali, confermando l'elevata attività elettrofisiologica delle aldeidi (*E*)-2-esanale e nonanale (MALHEIRO *et al.*, 2015b). In uno studio EAG, che ha valutato la risposta delle antenne di maschi e femmine di *B. oleae*, di diversa età e stato fisiologico (vergine, accoppiato), verso composti volatili identificati da foglie e frutti di olivo è emerso che a differenza degli individui vergini, la sensibilità olfattiva delle femmine accop-

piate rimane pressoché invariata fino al terzo mese di età, probabilmente per la necessità di localizzare il sito di ovideposizione (DE CRISTOFARO *et al.*, 2007). Registrazioni elettrofisiologiche da sensilli tarsali di femmine di *B. oleae* hanno evidenziato la presenza di cellule nervose stimulate dall'oleuropeina, glucoside responsabile del sapore amaro delle olive, e dalla pirocatechina, uno dei suoi prodotti di degradazione (SOLINAS *et al.*, 2001).

ATTIVITÀ BIOLOGICA DI SINGOLI COMPOSTI

In studi che hanno valutato l'attività biologica di composti volatili emessi da diverse piante, entrambi i sessi di *B. oleae* sono stati attratti da sei isomeri geometrici del nonen-1-olo, in saggi olfattometrici (ROSSI, 1978), e da esan-1-olo, ottanale, nonanale e nonen-1-olo in campo (GUERIN *et al.*, 1983) (Tabella 1). Tra i composti volatili identificati dallo spazio di testa di

Tabella 1 – Attività biologica di composti identificati in estratti da foglie e drupe di olivo verso adulti di *B. oleae*.

Composto	Attività biologica				
	Attrattivo	Repellente	Deterrente	Antiovideponente	Ovideponente
Nonen-1-olo	+				
Esan-1-olo	+				
Ottanale	+	+	+		
Nonanale	+				
Etilbenzene	+				
Toluene	+				
(+)- α -Pinene	+				+
(-)- β -Pinene	+				
D-(+)-Limonene	+				
L-(-)-Limonene	+				
Ammoniaca	+				
Stirene	+				+
<i>p</i> -Xilene					+
Mircenone					+
Etilbenzene					+
<i>n</i> -Ottano					+
<i>o</i> -Xilene					+
(+)- α -Copaene					+
Esanale		+	+		
(<i>E</i>)-2-Esanale		+	+		
(<i>E</i>)-2-Eptanale		+	+		
Pirocatecolo		+	+		
Oleuropeina		+	+		+
3,4-Diidrossifenietanolo		+	+		
Acido oleanolico				+	
Acido maslinico				+	

foglie e frutti di olivo, etilbenzene e toluene sono risultati attrattivi verso le femmine di *B. oleae* in saggi di laboratorio, mentre α -pinene, pur non mostrando una significativa azione attrattiva, ha stimolato l'ovideposizione (SCARPATI *et al.*, 1993; SCARPATI *et al.*, 1996). Quest'ultimo composto è stato identificato anche tra i componenti secondari del feromone sessuale della femmina ma la sua aggiunta al componente principale non ne ha migliorato significativamente il potere attrattivo (MAZOMENOS e HANIOTAKIS, 1981; 1985). Recentemente è stato osservato che α -pinene migliora la "mating readiness" ovvero accelera la predisposizione all'accoppiamento di entrambi i sessi (GEROFOTIS *et al.*, 2013).

In tunnel del vento, (+)- α -pinene, (-)- β -pinene, D-(+)-limonene e L-(-)-limonene hanno attratto individui di entrambi i sessi di *B. oleae*; in campo, pannelli collati innescati con erogatori di gomma contenenti 0,1 - 10 mg di D-(+)-limonene hanno catturato un elevato numero di maschi e femmine nel rapporto 1:1 (DE CRISTOFARO *et al.*, 2007).

Deboli stimolanti l'ovideposizione sono risultati *p*-xilene, mircenone, etilbenzene, *n*-ottano e *o*-xilene (SCARPATI *et al.*, 1993; SCARPATI *et al.*, 1996). Tra i composti di origine batterica associati a foglie e frutti, ammoniac e stirene hanno mostrato una marcata attrattività verso le femmine ovideponenti di *B. oleae*. Lo stirene, inoltre, ha evidenziato anche azione stimolatrice dell'ovideposizione (SCARPATI *et al.*, 1996). Un'analoga attività è stata dimostrata in saggi di laboratorio per l'enantiomero (+)- α -copaene in presenza del quale il numero di olive attaccate dalla mosca è quasi raddoppiato (ALFONSO *et al.*, 2014). Una correlazione positiva è stata riscontrata tra l'incremento di toluene e α -copaene durante la maturazione delle drupe di cultivar suscettibili (Madural, Verdeal Transmontana) e l'entità degli attacchi di mosca in campo (MALHEIRO *et al.*, 2015a), a conferma dell'azione stimolante sull'ovideposizione. Effetti repellenti e deterrenti verso le femmine fecondate sono riportati per le aldeidi volatili (*E*)-2-esenale, esanale, (*E*)-2-eptenale e dosi elevate di ottanale, identificate in vari estratti di drupe, e per alcuni composti non volatili tra cui pirocatecolo, oleuropeina, 3,4-diidrossifenietanolo (SCARPATI *et al.*, 1993; LO SCALZO *et al.*, 1994). L'attività biologica di tali composti potrebbe spiegare gli effetti repellenti e deterrenti riportati da CAPASSO *et al.* (1994) per il succo naturale di olive, le acque di vegetazione e i loro estratti fenolici ad alta concentrazione. Tuttavia, occorre evidenziare che in altri saggi di laboratorio, l'oleuropeina ha mostrato attività stimolante l'ovideposizione (GIROLAMI e STRAPAZZON, 1982; SOLINAS *et al.*, 2001). Appare probabile, pertanto, che l'attività biologica di tale composto possa variare in funzione della dose utilizzata. Azione inibitrice l'ovideposizione è

esercitata anche dagli acidi triterpenici pentaciclici, acido oleanolico e maslinico in particolare, presenti in alta percentuale nella cera superficiale che riveste le drupe (KOMBARGI *et al.*, 1998) (Tabella 1).

CONCLUSIONI

Segnali chimici emessi dalla pianta ospite sono coinvolti nelle complesse interazioni tra *B. oleae* e olivo. Numerose sostanze, volatili e non, prodotte da foglie e frutti, in diverse condizioni fisiologiche, sono state identificate e per alcune di esse è stata chiarita l'attività biologica, soprattutto verso le femmine e in biosaggi di laboratorio. Molto limitate sono ancora le conoscenze sulla possibilità di applicazione pratica delle molecole bioattive. Ulteriori studi sono necessari per la messa a punto di opportune formulazioni delle sostanze attrattive e repellenti in grado di assicurare il mantenimento dell'attività biologica nelle condizioni di campo e per periodi di tempo adeguati.

RIASSUNTO

La mosca delle olive, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera, Tephritidae), è il principale fitofago dell'olivo coltivato in diverse aree del mondo. L'uso frequente di insetticidi di sintesi per il controllo del fitofago determina gravi rischi per la salute umana e l'ambiente. Semiochimici che regolano vari aspetti del comportamento dell'insetto, come l'alimentazione, l'accoppiamento e l'ovideposizione, possono essere utilizzati per migliorare la sostenibilità delle strategie di controllo. Composti volatili emessi da frutti e foglie di olivo e dalla microflora presente sulla loro superficie sono coinvolti nel processo di localizzazione della pianta ospite e del sito di ovideposizione da parte degli adulti della mosca. Negli ultimi decenni, indagini chimiche, elettrofisiologiche e comportamentali hanno chiarito l'attività biologica di vari estratti, loro frazione e singoli componenti. Azione attrattiva verso le femmine fecondate è stata osservata per alcuni composti alifatici (nonen-1-olo, esan-1-olo, ottanale, nonanale), aromatici (toluene, etilbenzene) e terpenici [(+)- α -pinene, (-)- β -pinene, D-(+)-limonene, L-(-)-limonene] di origine vegetale e per sostanze volatili prodotte dalla microflora epifitica (ammoniaca, stirene). Una significativa azione repellente/deterrente è stata dimostrata per alcune aldeidi alifatiche [esanale, (*E*)-2-esenale, (*E*)-2-eptenale, alte dosi di ottanale] e alcuni composti non volatili. Altre sostanze, [(+)- α -copaene, stirene] sono risultate stimolanti l'ovideposizione mentre composti, presenti nella cera che rivestono la superficie delle drupe (acido oleanolico e maslinico), hanno mostrato effetti antiovideponenti. Opportune formulazioni delle sostanze bioattive identificate sono necessarie per una loro applicazione in strategie di controllo integrato della mosca delle olive.

BIBLIOGRAFIA

ALFONSO I., VACAS S., PRIMO J., 2014 – *Role of α -copaene in the susceptibility of olive fruits to Bactrocera oleae (Rossi)*. - J. Agric. Food Chem., 62: 11976-11979.

- BEROZA M., GREEN N., 1963 – *Materials tested as insect attractants*. - U.S. Dep. Agric. Handb. 239.
- CAPASSO R., EVIDENTE A., TREMBLAY E., SALA A., SANTORO C., CRISTINZIO G., SCOGNAMIGLIO F., 1994 – *Direct and mediated effects on Bactrocera oleae (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) of natural polyphenols and some of related synthetic compounds: structure-activity relationships*. - J. Chem. Ecol., 20: 1189-1199.
- CIRIO U., 1971 – *Reperti sul meccanismo stimolo-risposta nell'ovideposizione del Dacus oleae Gmelin (Diptera, Trypetidae)*. - Redia, 52: 577-600.
- DAANE K.M., JOHNSON M.W., 2010 – *Olive fruit fly: managing an ancient pest in modern times*. - Annu. Rev. Entomol., 55: 151-169.
- DE CRISTOFARO A., ROTUNDO G., BELCARI A., GERMINARA G.S., 2007 – *Effect of age and mating status on the antennal sensitivity of Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera Tephritidae) male and female*. - IOBC/WPRS Bull., 30: 23.
- GEROFOTIS C.D., IOANNOU C.S., PAPADOPOULOS N.T., 2013 – *Aromatized to find mates: α -pinene aroma boosts the mating success of adult olive fruit flies*. - PLoS ONE 8 (11): e81336. doi:10.1371/journal.pone.0081336.
- GIROLAMI V., STRAPAZZON A., 1982 – *Attrattività della pianta ospite, stimolazione e regolazione della fecondità in Dacus oleae (Gmelin)*. - Frustula Ent. (n.s.) IV: 247-255.
- GIROLAMI V., VIANELLO A., STRAPAZZON A., RAGAZZI E., VERONESE G., 1981 – *Ovipositional deterrents in Dacus oleae*. - Ent. Exp. Appl., 29: 177-188.
- GIROLAMI V., RENSI F., PAVAN F., STRAPAZZON A., BRIAN E., 1989 – *Host plant stimulation of oogenesis in Dacus oleae Gmel.* In: R. Cavalloro (ed.), Proc. CEC/IOBC Int. Symp. "Fruit flies of economic importance 87", Rome, Italy; 7-10 April 1987, A.A. Balkema, Rotterdam, 159-167.
- GUERIN P.M., REMUND U., BOLLER E.F., KATSOYANNOS B., DELRIO G., 1983 – *Fruit fly electroantennogram and behavior responses to some generally occurring fruit volatiles*. In Proceedings of CEC and IOBC International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Cavalloro R. Ed., A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, pp. 248-251.
- HOELMER K.A., KIRK A.A., PICKETT C.H., DAANE K.M., JOHNSON M.W., 2011 – *Prospects for improving biological control of olive fruit fly, Bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae), with introduced parasitoids (Hymenoptera)*. - Biocontrol Sci. Technol., 21: 1005-1025.
- KEISER I., HARRIS E.J., MIYASHITA D.H., JACOBSON M., PERDUE R.E. JR., 1975 – *Attraction of ethyl ether extracts of 232 botanicals to oriental fruit flies, melon flies and Mediterranean fruit flies*. - Lloydia, 38: 141-152.
- KOMBARGI W.S., MICHELAKIS S.E., PETRAKIS C.A., 1998 – *Effect of olive surface waxes on oviposition by Bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae)*. - J. Econ. Entom., 91: 993-998.
- LO SCALZO R., SCARPATI M.L., VERZEGNASSI B., VITA G., 1994 – *Olea europaea chemicals repellent to Dacus oleae females*. - J. Chem. Ecol., 20: 1813-1824.
- MALHEIRO R., CASAL S., CUNHA S.C., BAPTISTA P., PEREIRA J.A., 2015a – *Olive volatiles from Portuguese cultivars Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana: role in oviposition preference of Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae)*. - PLoS ONE 10(5): e0125070. doi:10.1371/journal.spone.0125070.
- MALHEIRO R., ORTIZ A., CASAL S., BAPTISTA P., PEREIRA J.A., 2015b – *Electrophysiological response of Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae) adults to olive leaves essential oils from different cultivars and olive tree volatiles*. - Ind. Crops Prod., 77: 81-88.
- MAZOMENOS B.E., HANIOTAKIS G.E., 1981 – *A multi component female sex pheromone of Dacus oleae Gmel. Isolation and bioassay*. - J. Chem. Ecol., 7: 437- 443.
- MAZOMENOS B.E., HANIOTAKIS G.E., 1985 – *Male olive fruit fly attraction to synthetic sex pheromone components in laboratory and field tests*. - J. Chem. Ecol., 11: 397-405.
- ROSSI R., CARPITA A., VITA G., 1978 – *(Z)-6-nonen-1-ol and related compounds as attractants of the olive fruit fly, Dacus oleae (Gmelin)*. - Gaz. Chim. Ital., 108: 709.
- ROTUNDO G., GERMINARA G.S., 2015 – *I semiochimici in agricoltura*. - Atti della Accademia dei Georgofili, Serie VIII - Vol. 12: 25-41.
- ROTUNDO G., GERMINARA G.S., DE CRISTOFARO A., RAMA F., 2001 – *Identificazione di composti volatili in estratti da diverse cultivar di Olea europaea L. biologicamente attivi su Bactrocera oleae (Gmelin) (Diptera: Tephritidae)*. - Boll. Lab. Ent. Agr. "Filippo Silvestri", 57: 25-34.
- SCARPATI M.L., LO SCALZO R., VITA G., 1993 – *Olea europaea volatiles attractive and repellent to the olive fruit fly (Dacus oleae, Gmelin)*. - J. Chem. Ecol., 19: 881-891.
- SCARPATI M.L., LO SCALZO R., VITA G., GAMBACORTA A., 1996 – *Chemiotropic behavior of female olive fly (Bactrocera oleae Gmel.) on Olea europaea L.* - J. Chem. Ecol., 22: 1027-1036.
- SOLINAS M., REBORA M., DE CRISTOFARO A., ROTUNDO G., GIROLAMI V., MORI N., DI BERNARDO A., 2001 – *Functional morphology of Bactrocera oleae Gmel. (Diptera: Tephritidae) tarsal chimosensilla involved in interactions with the host-plant*. - Entomologica, 35: 105-123.
- TREMBLAY E., ROTUNDO G., 1980 – *I feromoni*. Estratto da: Prospettive di controllo biologico degli insetti in agricoltura. Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1: 51-56.

NEURONI SENSORIALI DI *BACTROCERA OLEAE* (ROSSI) COINVOLTI NELLA PERCEZIONE DI SEMIOCHIMICI

ANTONIO DE CRISTOFARO (*) - GIACINTO S. GERMINARA (**) - GIUSEPPE ROTUNDO (*)

(*) *Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e Alimenti - Università degli Studi del Molise - Via De Sanctis snc, 86100 Campobasso; decrist@unimol.it*

(**) *Dipartimento di Scienze Agrarie degli Alimenti e dell'Ambiente - Università degli Studi di Foggia - Via Napoli 25, 71122 Foggia*
Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Recenti acquisizioni per il controllo sostenibile di *Bactrocera oleae*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 19 febbraio 2016.

Sensory neurons of Bactrocera oleae involved in the perception of semiochemicals

The olfactory sensitivity of the Olive fruit fly (OFF), *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera, Tephritidae), the key pest of olive fruits, was investigated. The electroantennographic (EAG) response to substances identified in olive leaves and fruits was studied in virgin and mated adults of different sex and age. In both sexes the EAG response patterns were similar, while EAG amplitudes were different since they were higher in females, particularly on stimulation with aldehydes. Older were the virgin females or males lower was the response, while in mated adults the response was constant. Cluster analysis showed that mated females are able to discern the different odours for a longer period. The persistent olfactory sensitivity and selectivity of mated females might be related to the need of the oviposition site location. In a subsequent field study, D-(+)-limonene and α -pinene showed the higher catch potency, trapping OFF adults in a 1:1 sex ratio, acting as kairomones. Sampling by single cell recordings (SCR) the antennal olfactory neurons responses, together with cell types stimulated only by the main pheromone component or plant volatile compounds, the presence of highly generalist cells sensitive to substances of both categories came out, with possible inferences in their perception and biological activity. As a consequence, it is necessary to pay great attention when setting up mixed blends of pheromone components and other compounds to monitor or control OFF populations. Researches focused to a practical utilization of the identified kairomones, alone or mixed with other compounds like pheromone and other plant or bacterial volatile compounds, in *B. oleae* monitoring and control techniques, are still in progress.

KEY WORDS: Olive fruit fly, pheromone, kairomones, EAG, SCR, olfactory receptor neurons.

INTRODUZIONE

Il controllo della Mosca delle olive, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera, Tephritidae), è problematico, sia ricorrendo a strategie di controllo biologico classico che integrato, come dimostrato dagli ingenti danni subiti dall'olivicoltura italiana anche negli ultimi anni; di conseguenza sono stati costantemente intrapresi studi mirati alla messa a punto di tecniche di controllo alternative (es. uso di semiochimici) e/o a supporto di quelle esistenti. Dall'analisi della letteratura si evidenzia che, mentre molte ricerche sono state condotte sull'identificazione del feromone sessuale e sull'uso del suo componente principale 1,7-dioxaspiro (5,5) undecano (es. BAKER *et al.*, 1980; MAZOMENOS e HANIOTAKIS, 1981, 1985), solo poche indagini hanno focalizzato l'attenzione sui composti emessi dalla principale pianta ospite (ROTUNDO *et al.*, 2001) della Mosca delle olive o dai batteri ad essa associati, sul loro possibile ruolo nel modificare il comportamento del fitofago ai fini di un suo controllo ecocompatibile, nonché sulle possibili interazioni tra le due categorie di sostanze.

Gli insetti percepiscono un'ampia gamma di com-

posti chimici presenti nell'ambiente usando diversi tipi di chemiorecettori. Lo stimolo chimico è trasformato in segnale elettrico (potenziale di azione), registrabile con l'ausilio di tecniche elettrofisiologiche. I potenziali di azione generati dai neuroni sensoriali possono essere registrati da una determinata struttura sensoriale (es. antenna, palpo, zampa, ovipositore) in modo cumulativo (es. elettroantennografia, EAG) o singolarmente (es. registrazione da singola cellula sensoriale, SCR).

Cellule olfattive stimulate solo da componenti feromonici (CARLSSON e HANSSON, 2002) o da un composto di origine vegetale sono state riportate da molti autori (es. ANDERSON *et al.*, 1995; 1996). Neuroni sensoriali sensibili a più di un composto feromonico, o ad antagonisti e sinergici del feromone, sono stati segnalati in parecchie specie di insetti (es. LÖFSTEDT *et al.*, 1990; RENOU e LUCAS, 1994; HANSSON *et al.*, 1995; MONTI *et al.*, 1995; WU *et al.*, 1995; COSSÈ *et al.*, 1998; BÄCKMAN *et al.*, 2000; DE CRISTOFARO *et al.*, 2004; SCHMIDT *et al.*, 2007), come sono altrettanto note cellule olfattive stimulate da più di una sostanza di origine vegetale (es. DE CRISTOFARO, 1995; DEN OTTER *et al.*, 1996; DE CRISTOFARO *et al.*, 1997;

ANFORA *et al.*, 2014). Molte cellule rispondono intensamente a un composto e solo debolmente a pochi altri a esso correlati (es. ULLAND *et al.*, 2003).

Cellule stimulate da un componente feromonico e da alte dosi di sostanze di origine vegetale sono state già evidenziate sulle antenne maschili di *Cydia fagiglandana* (Zeller) (Lepidoptera, Tortricidae) (DE CRISTOFARO, 1995; DEN OTTER *et al.*, 1996; DE CRISTOFARO *et al.*, 1997). Un neurone sensoriale stimolato da una miscela del componente principale del feromone sessuale (Z11-esadecenale) sia con linalolo che con Z3-6:OH, ma non dal solo composto di origine vegetale, è stato riportato sulle antenne dei maschi di *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera, Noctuidae) (OCHIENG *et al.*, 2002). Il significato biologico di queste evidenze elettrofisiologiche non è stato completamente capito, dal momento che sono stati chiaramente dimostrati distinti meccanismi di percezione periferica e di integrazione a livello del sistema nervoso centrale delle due categorie di sostanze volatili (es. MUSTAPARTA, 2002).

La comprensione delle possibili interazioni nella percezione di tali categorie di composti in *B. oleae*, tefritide caratterizzato da fasi di corteggiamento, accoppiamento e di ricerca del sito di ovideposizione molto complesse, potrebbe favorire un uso più razionale e consapevole dei semiochimici in nuove strategie di controllo del fitofago che mirino a modificarne il comportamento. Di seguito sono sommariamente riportati i risultati di studi elettrofisiologici condotti per approfondire le conoscenze sulla sensibilità olfattiva di entrambi i sessi di *B. oleae* in diverso stato fisiologico e di diversa età, nonché le strutture e i neuroni sensoriali coinvolti nella percezione di semiochimici intraspecifici e interspecifici.

STUDIO ELETTROANTENNOGRAFICO

È stata adottata una tecnica elettroantennografica (EAG) messa a punto in precedenti lavori (DE CRISTOFARO *et al.*, 1998, 2004; ANFORA *et al.*, 2014). L'indagine è stata condotta su adulti di *B. oleae* di diverso sesso, età (1-3; 10-15; 27-32; 57-62; 89-92 gg) e stato fisiologico (vergini e accoppiati) (DE CRISTOFARO *et al.*, 2007). Le risposte EAG sono state ottenute stimolando (25 µl di una soluzione di un composto in olio minerale; 1:10, v/v) le antenne, in un'area del terzo distale della superficie interna del funicolo, con composti identificati in foglie e frutti di olivo. I composti (purezza 95-99%) erano rappresentati da idrocarburi alifatici (*n*-undecano, *n*-dodecano, *n*-tricosano, *n*-tetracosano, *n*-pentacosano, *n*-esacosano, *n*-eptadecano), alcoli alifatici [(*E*)-3-esen-1-olo, 1-octanolo], aldeidi alifatiche [(*E*)-2-esenale, 1-eptanale, ottanale, (*E*)-2-ottenale, nonanale, (*E*)-2-dece-

nale] e aromatiche (2-idrossibenzaldeide), chetoni alifatici (2-esanone, 3-esanone), terpeni [mircene, *p*-cimene, (+)- α -pinene, (-)- β -pinene, D-(+)-limonene, L-(-)-limonene] e idrocarburi aromatici (stirene, toluene, etilbenzene). Le risposte sono state calcolate in valore assoluto e, dopo aver sottratto la risposta al solvente utilizzato (olio minerale), normalizzate rispetto alla risposta media a uno stimolo standard [D-(+)-limonene].

Il profilo di risposta EAG dei due sessi è risultato simile ma con le singole risposte caratterizzate da ampiezza diversa, significativamente più elevate ad alcune aldeidi [(*E*)-2-esenale, 1-eptanale, ottanale, (*E*)-2-ottenale] nelle femmine, sia vergini che accoppiate, rispetto ai maschi. In relazione alle classi di età saggiate, è risultato evidente che maggiore è l'età degli adulti vergini (maschi e femmine) di minor ampiezza sono le risposte EAG; negli adulti accoppiati la risposta è invece quasi costante; in particolare, nelle femmine accoppiate è anche più elevata, a partire dai 10-15 gg di età, rispetto alle femmine vergini. Per individuare i gruppi (risposte statisticamente simili a più composti) di risposta EAG ai semiochimici dell'olivo degli adulti di entrambi i sessi, vergini e accoppiati, e di diverse età, è stata utilizzata l'analisi dei gruppi (cluster analysis). Dal confronto dei gruppi di risposta EAG nelle diverse classi di età è risultato che il numero di cluster decresce all'aumentare dell'età, ma in modo meno pronunciato nelle femmine, in particolare se accoppiate (ad esempio, tra 10-15 gg e 89-94 gg, il numero di gruppi di risposta decresce da 24 a 13 nei maschi vergini, da 21 a 7 in quelli accoppiati, da 24 a 14 nelle femmine vergini e solo da 24 a 19 in quelle accoppiate). Le femmine accoppiate di *B. oleae* sono in grado di discernere i diversi odori emessi dalla pianta ospite per un periodo più lungo rispetto a maschi e femmine vergini.

REGISTRAZIONE DA SINGOLA CELLULA SENSORIALE

La tecnica di registrazione da singolo neurone olfattivo (SCR), messa a punto in precedenti lavori (DE CRISTOFARO *et al.*, 2004; ANFORA *et al.*, 2014), ha previsto l'uso di elettrodi di vetro contenente una soluzione elettrofisiologica. La punta (25 µm) dell'elettrodo di riferimento è stata inserita nella capsula cefalica alla base di un'antenna, quella (2 µm) dell'elettrodo di registrazione è stata spinta delicatamente sulla superficie esterna (terzo distale) del funicolo (surface contact technique). I composti saggiati sono stati gli stessi dello studio EAG, eccetto gli idrocarburi alifatici *n*-tricosano, *n*-tetracosano, *n*-pentacosano, *n*-esacosano; è stato impiegato anche il componente principale del feromone sessuale di *B. oleae*. Le sostanze sono state diluite in olio minerale leggero

(1:10 v/V); uno stimolo era costituito da 25 µl di soluzione assorbita su carta da filtro (2,5 cm²) inserita in una pipetta Pasteur. Un'apposita apparecchiatura ha fornito un flusso costante (50 cm³/s) d'aria filtrata che, passando attraverso la pipetta, fluiva sull'antenna. Lo stimolo è stato aggiunto per 0.1 s al flusso d'aria continuo.

Sono stati analizzati, dalle antenne di individui accoppiati, i potenziali di azione di 36 (femmine=19; maschi=17) neuroni olfattivi. In entrambi i sessi alcune cellule (femmine=7; maschi=4) non sono state stimolate da alcuna delle sostanze saggiate (Tabelle 1, 2). Un solo composto (*n*-eptadecano) non ha elicito alcuna risposta. Sono state riscontrate sia cellule specialiste, stimolate da una o poche sostanze, che cellule generaliste, stimolate da molti composti volatili. Particolarmente interessante è da ritenersi la presenza di cellule stimolate sia dai composti volatili della pianta ospite che dal componente principale del fero-

mone sessuale (Tabelle 1, 2). I tipi cellulari riscontrati in entrambi i sessi sono molto simili; nei maschi sono state trovate anche cellule sensibili al solo componente principale del feromone sessuale (Tabella 2). Le cellule olfattive più frequenti sono risultate quelle sensibili alle aldeidi, in particolare a 6-9 atomi di carbonio (Tabella 3). Sono risultate essere presenti con elevata frequenza anche le cellule sensibili a chetoni, alcoli e terpeni, in particolare D-(+)-limonene. Le cellule sensibili al feromone sono state rilevate in circa il 40% dei casi nei maschi ed il 32% nelle femmine (Tabella 3).

CONCLUSIONI

La maggiore persistenza della sensibilità e della selettività olfattiva nelle femmine accoppiate di *B. oleae* molto probabilmente è da correlare alla neces-

Tabella 1 – Risposte di singoli neuroni olfattivi antennali di femmine di *B. oleae* a sostanze volatili dell'olivo e al componente principale del feromone sessuale [1,7-dioxaspiro (5,5) undecano].

Composto	Cellula																			
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	
olio minerale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>p</i> -cimene	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2-esanone	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>n</i> -undecano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(<i>E</i>)-3-esen-1-olo	-	+	-	+	+	-	-		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
(-)-β-pinene	-	-	-	-	+		-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
3-esanone	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
stirene	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(<i>E</i>)-2-decenale	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
1-octanolo	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
(<i>E</i>)-2-octenale	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
L-(-)-limonene	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D-(+)-limonene	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
etilbenzene	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>n</i> -dodecano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
toluene	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>n</i> -eptadecano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
salicilaldeide	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(+)-α-pinene	-	-		-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
octanale	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
mircene	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1-eptanale	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
nonanale	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(<i>E</i>)-2-esenale	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
feromone	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

+ indica incrementi statisticamente significativi (*t* test; *P*=0,05) della frequenza dei potenziali di azione dopo la stimolazione. Su ogni cellula è stata applicata la serie completa di stimoli.

Tabella 2 – Risposte di singoli neuroni olfattivi antennali di maschi di *B. oleae* a sostanze volatili dell'olivo e al componente principale del feromone sessuale [1,7-dioxaspiro (5,5) undecano].

Composto	Cellula																
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o	p	q	r	s
olio minerale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>p</i> -cimene	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
2-esanone	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>n</i> -undecano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(<i>E</i>)-3-esen-1-olo	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
(-)- β -pinene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-esanone	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
stirene	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(<i>E</i>)-2-decenale	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
1-octanolo	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
(<i>E</i>)-2-octenale	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
L-(-)-limonene	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
D-(+)-limonene	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
etilbenzene	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>n</i> -dodecano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
toluene	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>n</i> -eptadecano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
salicilaldeide	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
(+)- α -pinene	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
octanale	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-
mircene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
1-eptanale	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
nonanale	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-
(<i>E</i>)-2-esenale	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-
feromone	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-

+ indica incrementi statisticamente significativi (*t* test; P=0,05) della frequenza dei potenziali di azione dopo la stimolazione. Su ogni cellula è stata applicata la serie completa di stimoli.

sità di un'efficace localizzazione del sito di ovideposizione più adatto. In uno studio di campo opportunamente allestito utilizzando trappole a pannello adesivo di colore bianco, innescate con dispensatori in gomma naturale contenenti diverse dosi dei composti sintetici EAG-attivi (0.1, 1.0, 10 mg diluiti in olio minerale), D-(+)-limonene e α -pinene hanno evidenziato il più elevato potere di cattura verso maschi e femmine di *B. oleae*, soprattutto in un rapporto 1:1, agendo quindi da caioconi (DE CRISTOFARO *et al.*, 2007). È stato dimostrato che α -pinene stimola l'ovideposizione (SCARPATI *et al.*, 1993, 1996), è presente tra i componenti secondari del feromone sessuale della femmina (MAZOMENOS e HANIOTAKIS, 1981; 1985) e predispone entrambi i sessi all'accoppiamento (GEROFOTIS *et al.*, 2013).

Il campionamento delle risposte dei neuroni olfattivi antennali di *B. oleae* mediante SCR ha evidenziato la presenza, insieme a cellule stimulate solo dal componente principale del feromone sessuale o da

composti volatili di origine vegetale, di neuroni altamente generalisti, sensibili a sostanze di entrambe le categorie. Tale evenienza suggerisce ulteriore cautela nella messa a punto di formulazioni miste di componenti feromonici e composti volatili di origine diversa (vegetale o batterica) per il monitoraggio o il controllo delle popolazioni di *B. oleae*.

In conclusione, la conoscenza morfologica e fisiologica dei siti di ricezione delle sostanze biologicamente attive è fondamentale per ipotizzarne un'ideale formulazione, nella prospettiva di una loro utilizzazione pratica quali modificatori del comportamento della Mosca delle olive.

RIASSUNTO

È stata studiata la sensibilità olfattiva della Mosca delle olive, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera, Tephritidae), il fitofago chiave dell'agroecosistema oliveto. La risposta elettroantennografica (EAG) a sostanze identificate in

Tabella 3 – Risposta (%) di singoli neuroni sensoriali olfattivi di maschi (n=13) e femmine (n=12) accoppiati di *B. oleae* stimolati da composti volatili dell'olivo e dal componente principale del feromone sessuale [1,7-dioxaspiro (5,5) undecano].

Composto	Risposta (%)	
	Maschi	Femmine
olio minerale	8	0
n-undecano	0	0
n-dodecano	0	16
(E)-3-esen-1-olo	40	56
1-octanolo	52	56
(E)-2-esenale	80	80
1-eptanale	60	80
ottanale	60	40
(E)-2-ottenale	44	80
nonanale	60	80
(E)-2-decenale	32	56
2-idrossibenzaldeide	56	52
2-esanone	64	52
3-esanone	48	80
mircene	12	16
p-cimene	48	44
(+)- α -pinene	12	16
(-)- β -pinene	16	28
D-(+)-limonene	56	72
L-(-)-limonene	28	24
stirene	16	40
toluene	20	40
etilbenzene	20	52
feromone	40	32

Sono state considerate positive le risposte caratterizzate da incrementi statisticamente significativi (*t* test; $P=0,05$) della frequenza dei potenziali di azione dopo la stimolazione. Su ogni cellula è stata applicata la serie completa di stimoli.

foglie e frutti di olivo è stata analizzata in adulti vergini e accoppiati di diverso sesso ed età. In entrambi i sessi il profilo di risposta EAG è risultato simile mentre l'ampiezza delle risposte è stata maggiore nelle femmine, in particolare alle aldeidi. In maschi e femmine vergini le risposte sono diminuite all'aumentare dell'età, mentre negli adulti accoppiati sono state costanti. L'analisi dei gruppi di risposta (cluster analysis) ha dimostrato che le femmine accoppiate discernono i diversi odori per un periodo più lungo. La maggiore persistenza della sensibilità e della selettività del sistema olfattivo delle femmine accoppiate è da correlare al bisogno di localizzare il sito di ovideposizione più adatto. In un successivo studio di campo D-(+)-limonene e α -pinene hanno evidenziato una capacità attrattiva più elevata delle altre sostanze, agendo da caïromoni. Campionando le risposte dei neuroni olfattivi sulla superficie antennale mediante registrazione da singola cellula sensoriale (SCR), insieme a tipi cellulari specialisti, stimolati solo dal componente principale del feromone sessuale o da composti volatili di origine vegetale, è stata evidenziata anche la presenza di neuroni altamente generalisti, sensibili a sostanze di entrambe le categorie, con possibili rile-

vanti implicazioni su percezione e attività biologica. I risultati suggeriscono che, come conseguenza generale, è necessaria grande attenzione nella messa a punto di miscele di componenti feromonici e composti di natura diversa per il monitoraggio o il controllo delle popolazioni di *B. oleae*. Ricerche mirate ad un'utilizzazione pratica dei caïromoni identificati, da soli o in miscela con altre sostanze, quali componenti feromonici e altri composti di origine vegetale o batterica, sono tuttora in corso.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON P., HANSSON B.S., LÖFQVIST J., 1995 – *Plant odour-specific receptor neurones on the antennae of female and male Spodoptera littoralis*. - *Physiol. Entomol.*, 20: 189-198.
- ANDERSON P., LARSSON M., LÖFQVIST J., HANSSON B.S., 1996 – *Plant odour receptor neurones on the antennae of the two moths Spodoptera littoralis and Agrotis segetum*. - *Ent. Exp. Appl.*, 80: 32-34.
- ANFORA G., VITAGLIANO S., LARSSON M.C., WITZGALL P., TASIN M., GERMINARA G.S., DE CRISTOFARO A., 2014 – *Disruption of Phthorimaea operculella (Lepidoptera: Gelechiidae) oviposition by the application of host plant volatiles*. *Pest Manag. Sci.*, 70 (4): 628-635.
- BÄCKMAN A.C., ANDERSON P., BENGTSSON M., LÖFQVIST J., UNELIUS C. R., WITZGALL P., 2000 – *Antennal response of codling moth males, Cydia pomonella L. (Lepidoptera: Tortricidae), to the geometric isomers of codlemone and codlemone acetate*. - *J. Comp. Physiol. A*, 186: 513-519.
- BAKER R., HERBERT R., HOWSE P.E., JONES O.T., FRANKE W., REITH W., 1980 – *Identification and synthesis of the major sex pheromone of the olive fly (Dacus oleae)*. - *J. Chem. Soc. Chem. Comm.*: 52-53.
- COSSÉ A.A., TODD J.L., BAKER T.C., 1998 – *Neurons discovered in male Helicoverpa zea antennae that correlate with pheromone-mediated attraction and interspecific antagonism*. - *J. Comp. Physiol. A*, 182: 585- 594.
- CARLSSON M.A., HANSSON B.S., 2002 – *Responses in highly selective sensory neurons to blends of pheromone compounds in the moth Agrotis segetum*. - *J. Insect Physiol.*, 48: 443-451.
- DE CRISTOFARO A., 1995 – *Ruolo dei semiochimici nelle interrelazioni castagno-tortrici: studi elettrofisiologici e comportamentali*. - Ph.D. Thesis, Italian National Libraries of Rome and Florence: 1-80.
- DE CRISTOFARO A., ROTUNDO G., GERMINARA G.S., 1997 – *Risposte elettrofisiologiche e comportamentali delle tortrici delle castagne (Lep.: Tortricidae) agli attrattivi sessuali ed alla pianta ospite*. - Atti Convegno Nazionale sul Castagno, Cison di Valmarino (TV), 23-25 ottobre: 493-513.
- DE CRISTOFARO A., DEN OTTER C.J., ROTUNDO G., 1998 – *Risposte di cellule olfattive in sensilli basiconici e tricoidei di Drosophila melanogaster Meigen e D. simulans (Sturtevant)*. Atti XVIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Maratea (PZ) 21-26 giugno: 175.
- DE CRISTOFARO A., IORIATTI C., PASQUALINI E., ANFORA G., GERMINARA G.S., VILLA M., ROTUNDO G., 2004 – *Electrophysiological responses of Cydia pomonella to codlemone and pear ester ethyl (E,Z)-2,4-decadienoate: peripheral interactions in their perception and evidences for cells responding to both compounds*. *Bull. Insectol.*, 57 (2): 137-144.

- DE CRISTOFARO A., ROTUNDO G., BELCARI A., GERMINARA G.S., 2007 – *Effect of age and mating status on the antennal sensitivity of Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera Tephritidae) male and female. - IOBC/WPRS Bull., 30: 23.
- DEN OTTER C.J., DE CRISTOFARO A., VOSKAMP K.E., ROTUNDO G., 1996 – *Electrophysiological and behavioural responses of chestnut moths, Cydia fagiglandana and C. splendana* (Lep., Tortricidae), to sex attractants and odours of host plant. - J. Appl. Entomol., 120: 413-421.
- GEROFOTIS C.D., IOANNOU C.S., PAPADOPOULOS N.T., 2013 – *Aromatized to find mates: α -pinene aroma boosts the mating success of adult olive fruit flies.* - PLoS ONE, 8 (11): e81336. doi:10.1371/journal.pone.0081336.
- HANSSON B.S., BLACKWELL A., HALLBERG E., LÖFQVIST J., 1995 – *Physiological and morphological characteristics of the sex pheromone detecting system in male corn stemborers, Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae). - J. Insect Physiol., 41: 171-178.
- LÖFSTEDT C., HANSSON B.S., DIJKERMAN H., HERREBOUT W.M., 1990 – *Behavioural and electrophysiological activity of unsaturated analogues of the pheromone tetradecyl acetate in the small ermine moth Yponomeuta rorellus.* - Physiol. Entomol. 15: 47–54.
- MAZOMENOS B.E., HANIOTAKIS G.E., 1981 – *A multi component female sex pheromone of Dacus oleae Gmel. Isolation and bioassay.* - J. Chem. Ecol., 7: 437- 443.
- MAZOMENOS B.E., HANIOTAKIS G.E., 1985 – *Male olive fruit fly attraction to synthetic sex pheromone components in laboratory and field tests.* - J. Chem. Ecol., 11: 397-405.
- MONTI L., LALANNE-CASSOU B., LUCAS P., MALOSSE C., SILVAIN J.F., 1995 – *Differences in sex pheromone communication systems of closely related species: Spodoptera latifascia (Walker) and S. descoinsi (Lalanne-Cassou and Silvain)* (Lepidoptera: Noctuidae). - J. Chem. Ecol., 21: 641-660.
- MUSTAPARTA H., 2002 – *Encoding of plant odour information in insects: peripheral and central mechanisms.* - Ent. Exp. Appl., 104: 1-13.
- OCHIENG S.A., PARK K.C., BAKER T.C., 2002 – *Host plant volatiles synergize responses of sex pheromone-specific olfactory receptor neurons in male Helicoverpa zea.* - J. Comp. Physiol. A, 188: 325-333.
- RENOU M., LUCAS P., 1994 – *Sex pheromone reception in Mamestra brassicae L. (Lepidoptera): responses of olfactory receptor neurones to minor components of the pheromone blend.* J. Insect Physiol., 40: 75-85.
- ROTUNDO G., GERMINARA G.S., DE CRISTOFARO A., RAMA F., 2001 – *Identificazione di composti volatili in estratti da diverse cultivar di Olea europaea L. biologicamente attivi su Bactrocera oleae (Gmelin) (Diptera: Tephritidae).* - Boll. Lab. Ent. Agr. “Filippo Silvestri”, 57: 25-34.
- SCARPATI M.L., LO SCALZO R., VITA G., 1993 – *Olea europaea volatiles attractive and repellent to the olive fruit fly (Dacus oleae, Gmelin).* - J. Chem. Ecol., 19: 881-891.
- SCARPATI M.L., LO SCALZO R., VITA G., GAMBACORTA A., 1996 – *Chemiotropic behavior of female olive fly (Bactrocera oleae Gmel.) on Olea europaea L.* - J. Chem. Ecol., 22: 1027-1036.
- SCHMIDT S., ANFORA G., IORIATTI C., GERMINARA G.S., ROTUNDO G., DE CRISTOFARO A., 2007 – *Biological activity of ethyl (E,Z)-2,4-decadienoate on different tortricid species: electrophysiological responses and field tests.* Environ. Entomol., 36 (5): 1025-1031.
- ULLAND S., MEADOW R., BORG-KARLSON A.K., BONES A., MUSTAPARTA H., 2003 – *Olfactory receptor neurones in Mamestra brassicae specified for volatiles released by host plants of related species.* Book of Abstracts of VIII ESITO Meeting, Harstad, Norway, 2-7 July 2003: 81.
- WU W.-Q., HANSSON B.S., LÖFSTEDT C., 1995 – *Electrophysiological and behavioral evidence for a fourth sex pheromone component in the turnip moth, Agrotis segetum.* - Physiol. Entomol., 20: 81-92.

LA MOSCA DELLE OLIVE *BACTROCERA OLEAE* (ROSSI) E IL SUO RAPPORTO CON LA DRUPA

ANTONIO PIETRO GARONNA (*) - FILOMENA GRASSO (*) - GIANDOMENICO CORRADO (*) - ROSA RAO (*)

(*) Dipartimento di Agraria - Università degli Studi di Napoli "Federico", II Via Università 100 - 80055 Portici (Napoli); email: garonna@unina.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Recenti acquisizioni per il controllo sostenibile di *Bactrocera oleae*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 19 febbraio 2016.

The Olive fly Bactrocera oleae (Rossi) and its relationship with the drupe

The Olive fly *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) is the most harmful species that threatens the olive crop production worldwide. To date, the molecular mechanisms of host response associated with olive fly attack are still largely unexplored. The knowledge of the defense mechanisms activated by the plant can lead to the identification of genes that play a key role in olive defense and it may be exploited for insect control. The results of few transcriptomic and proteomic investigations of the molecular response of the drupe in olive varieties with different levels of susceptibility are available. Drupe response to olive fly attack involve an extensive transcriptome reprogramming modifying the expression of thousands of genes included in a wide range of pathways. Major modifications are related to the biosynthesis of jasmonic acid, salicylic acid, ethylene, flavonoid and related VOCs. In addition, the modification of transcript levels active in the regulation of defense genes was observed. New insights into the molecular mechanisms of olive genetic resistance to *B. oleae* and the related defense responses can be suitable to the development of more sustainable pest management strategies.

KEY WORDS: *Olea europaea*, biotic stress agent, olive susceptibility, molecular defense responses.

INTRODUZIONE

Bactrocera oleae, la mosca olearia, è il fitofago chiave della coltivazione dell'olivo su scala globale. Indagini di campo hanno consentito di evidenziare che alcune cultivar risultano possedere una minore suscettibilità all'attacco del tefritide. Tale peculiarità è considerata geograficamente specifica ed è influenzata dal variare delle condizioni ambientali tipiche delle differenti regioni olivicole (MALHEIRO *et al.*, 2015a). I fattori di questa differente suscettibilità sono dibattuti (LO SCALZO *et al.*, 1994; SCARPATI *et al.*, 1996; BASILE *et al.*, 2006). Una forte tolleranza, perlopiù evidenziata da basse percentuali di infestazione, è nota per alcune varietà coltivate (DAANE & JOHNSON, 2010; IANNOTTA & SCALERCIO, 2012), anche se, in particolari annate favorevoli alla mosca, questa caratteristica non impedisce il raggiungimento di percentuali di infestazione elevate (IANNOTTA *et al.*, 1999).

Numerosi fattori possono influenzare, in modo positivo o negativo, la scelta della femmina ovideponente di *B. oleae* e il successivo sviluppo larvale. I fattori maggiormente indagati sono quelli di natura fisica, chimica, e microbiologica, mentre ancora carenti sono gli studi sugli eventi molecolari. Questi ultimi sono però decisivi per chiarire l'attivazione e i protagonisti dei meccanismi di difesa diretta ed indiretta nel-

l'olivo. Ogni fattore non agisce da solo ed il comportamento del fitofago e l'intensità delle infestazioni è da considerarsi come il risultato della loro interazione (GONÇALVES *et al.*, 2012).

Tra i **fattori fisici** vi sono forma, dimensioni, peso, volume, durezza ed elasticità dell'epicarpo e grado di colorazione delle drupe. Sono state evidenziate correlazioni positive tra forma, dimensioni/volume e grado d'infestazione, maggiore attrattività del colore verde rispetto al colore del frutto maturo (RIZZO & CALECA, 2006; IANNOTTA & SCALERCIO, 2012; RIZZO *et al.*, 2012). Anche l'elasticità minore dell'epicarpo, caratteristica che favorisce la penetrazione dell'ovopositore, è correlabile positivamente con il grado di infestazione raggiunto in alcune cultivar esaminate in Portogallo e Sicilia in anni più recenti (GONÇALVES *et al.*, 2012; RIZZO *et al.*, 2012).

Tra i **fattori chimici** indagati vi sono le cere di superficie, che in generale hanno effetto deterrente (KOMBARGI *et al.*, 1998). Risultano fortemente attrattivi sostanze ammoniacali e stirene (SCARPATI *et al.*, 1996), che derivano in gran parte dal metabolismo della microflora epifitica, dalla quale dipendono la fitness della femmina adulta e la sopravvivenza delle larve carpofaghe (SACCHETTI *et al.*, 2008; BEN-YOSEF *et al.*, 2015). La composizione di sostanze volatili può essere decisiva nel determinare maggiore o minore

suscettibilità (KUBO *et al.*, 1998; ROTUNDO *et al.*, 2001; CAMPEOL *et al.*, 2003; MALHEIRO *et al.*, 2015b, 2015c) e condizionare la scelta delle femmine ovidipendenti della mosca olearia (MALHEIRO *et al.*, 2016). Attrattiva risulta la presenza degli idrocarburi toluene ed etilbenzene (SCARPATI *et al.*, 1993) e quella di alfa-copaene, sesquiterpene presente in concentrazioni superiori in cultivar suscettibili (ALFONSO *et al.*, 2014). Altri studi hanno evidenziato l'attivazione di meccanismi di difesa legati a sostanze fenoliche, come l'oleuropeina, precursore di composti ad attività antimicrobica ed insetticida (SPADAFORA *et al.*, 2008; KOUDOUNAS *et al.*, 2015). La stessa composizione di acidi grassi è stata indagata come possibile fattore influenzante il grado di infestazione, evidenziando una correlazione negativa tra contenuto di alcuni acidi grassi (palmitico, linolenico e lignocericico) e grado di attacco (GONÇALVES *et al.*, 2012).

Per quanto riguarda le indagini molecolari svolte sull'olivo, la gran parte degli studi riguarda i geni coinvolti in vie metaboliche biosintetiche di acidi grassi, dei trigliceridi, dei composti fenolici e antiossidanti, nonché nelle risposte a stress idrico, mentre sono ancora insufficienti gli studi sulle risposte agli stress biotici, a dispetto dell'importanza economica globale della coltura. Infatti, diversamente da molte altre specie arboree, il sequenziamento del genoma dell'olivo è allo stato attuale ancora in una fase iniziale.

APPROCCI MOLECOLARI PER LO STUDIO DELL'INTERAZIONE TRA L'OLIVO E LA MOSCA OLEARIA

Gli effetti sul trascrittoma e sul metaboloma dell'interazione oliva-mosca olearia sono poco conosciuti. Primi dati riguardanti le modalità di attivazione di alcune delle vie metaboliche inducibili in pianta dall'infestazione di insetti fitofagi, valide anche per *B. oleae* nel suo rapporto con la drupa, sono state pubblicate solo di recente (CORRADO *et al.*, 2012; IMPERATO *et al.*, 2012; GRASSO, 2015; ALAGNA *et al.*, 2016).

Gli interessanti risultati ottenuti hanno evidenziato cambiamenti dei profili trascrittomici e proteomici in drupe delle cultivar *Moraiolo* e *Leccino* sottoposte dall'attacco del carpofago (CORRADO *et al.*, 2012). La risposta della drupa è risultata essere complessa, coinvolgendo geni correlati alla fotosintesi, nella produzione di radicali ROS (*reactive oxygen species*) implicati nell'attivazione di vie metaboliche delle risposte a stress e nella produzione di composti ad attività anti-larvale. Tra questi gli inibitori della tripsina, che potrebbero avere un ruolo primario nelle reazioni di difesa dell'ospite.

L'identificazione di trascritti genici coinvolti nell'attivazione di vie metaboliche per le risposte a stress biologici, effettuata mediante analisi Gene Ontology,

ha permesso di verificare che, nelle drupe infestate, la classe funzionale più abbondante di geni sovra espressi è quella legata alla "Risposta a Stress" della categoria "Processi biologici" (CORRADO *et al.*, 2012). L'analisi di espressione di alcuni geni coinvolti nei meccanismi di difesa della pianta, ha evidenziato che le sequenze maggiormente indotte dall'infestazione larvale, includono la proteina PR 27, l'inibitore della tripsina e la chitinasi I. È noto che le chitinasi sono una componente significativa della difesa nei vegetali per la diretta azione su patogeni fungini e anche su insetti fitofagi. L'analisi di espressione genica svolta e la presenza di peptide segnale supportano il ruolo della chitinasi I nei processi di difesa nella drupa (CORRADO *et al.*, 2012). Nello stesso studio, l'approccio proteomico ha permesso di osservare le modificazioni quali-quantitative nel profilo di espressione di 19 proteine, presenti in drupe infestate, coinvolte nella produzione di molecole implicate nella difesa diretta e nella produzione di molecole segnale (fitormoni e radicali ROS).

La caratterizzazione funzionale della libreria genica ottenuta ha permesso di evidenziare l'esistenza di sequenze riconducibili a geni coinvolti nella risposta a stress, compresi quelli legati a fenomeni biotici, come l'attacco di patogeni, e quelli legati agli stress termici e salini. Oltretutto sono stati identificati trascritti coinvolti nella produzione primaria, nella trasduzione di segnale o nelle risposte ad ormoni e molecole legate alla resistenza vegetale nei riguardi di fitofagi (CORRADO *et al.*, 2012). È risultata rilevante anche l'espressione differenziale di geni coinvolti nel rapporto pianta-patogeno, nota anche per altri binomi pianta-fitofago indagati, che suggerisce la sovrapposizione di vie metaboliche per le risposte a patogeni ed insetti fitofagi e la condivisione di componenti a livello di segnalazione cellulare (VAN LOON *et al.*, 2006).

Come per altre piante, anche in olivo si è evidenziato il coinvolgimento di numerose molecole nei meccanismi di difesa contro insetti fitofagi. È stato possibile annotare una diminuzione del livello di proteine coinvolte nella fotosintesi ed un'alterazione del metabolismo glucidico, a seguito dell'azione alimentare della larva di *B. oleae*. Le lacune riguardanti il genoma dell'olivo ed il suo trascrittoma, sono le ragioni principali che hanno comportato un elevato numero di trascritti non annotati (CORRADO *et al.*, 2012).

BASI MOLECOLARI DELL'INTERAZIONE TRA LA DRUPA E LA MOSCA DELLE OLIVE

Una successiva indagine ha permesso di ottenere una comprensione più ampia dei cambiamenti mole-

colari che si verificano nelle olive dopo l'attacco di *B. oleae* (GRASSO, 2015). Essa ha riguardato due varietà campane note per il loro diverso livello di suscettibilità alla mosca: *Ruveia* (considerata resistente) e *Ortice* (molto suscettibile) (PUGLIANO *et al.*, 2000). Lo studio ha permesso l'annotazione funzionale di ben 14209 trascritti differenzialmente espressi, con i profili trascrittomici delle drupe danneggiate significativamente differenti rispetto a quelli dei loro omologhi non danneggiati. L'analisi su olive infestate, e non, delle due cultivar indagate, ha evidenziato sequenze espresse in modo differenziale, pari a 52 per *Ortice* e ben 2477 per *Ruveia*, con alterazioni trascrittomiche più rilevanti indotte dall'attacco di *B. oleae* in drupe della cultivar più resistente (GRASSO, 2015). Nella riprogrammazione genica sono risultate coinvolte diverse categorie funzionali: quella più rappresentata è il metabolismo proteico, seguito da trascrizione, metabolismo primario, trasporto, stress e risposte di difesa, trasduzione di segnale, organizzazione cellulare, metabolismo secondario, modifiche della parete cellulare e fotosintesi. Mentre per la cv *Ruveia* i numerosi trascritti sono riconducibili a tutte le categorie funzionali, in *Ortice* alcune di queste sono solo minimamente rappresentate. Inoltre, tra le sequenze sotto espresse, in drupe di *Ortice*, ben cinque sono coinvolte nell'attivazione di difesa e risposta a stress. Tali risultati evidenziano l'incapacità della varietà suscettibile ad attivare una risposta adeguata a *B. oleae*. Di contro, la cv *Ruveia* mostra estesi cambiamenti trascrittomici a seguito dell'attacco di *B. oleae*. Tra i geni di difesa e di risposta a stress 50 sono risultati sovra espressi e 95 sotto espressi, 20 dei quali coinvolti nella regolazione negativa della risposta di difesa, evidenziando in tal modo che l'attacco della mosca provoca l'attivazione di risposte repressi in condizioni fisiologiche normali (GRASSO, 2015). Tale risultato è in linea con il fatto che le piante hanno evoluto difese inducibili da attivare solo in caso di necessità per limitare dispendio di energia e nutrienti (SCHUMAN & BALDWIN, 2016). La quantità di geni espressi in modo differenziale (40 geni), coinvolti sia nel metabolismo delle specie reattive dell'ossigeno, sia nella risposta allo stress ossidativo indica l'alterazione dello stato redox cellulare delle drupe di *Ruveia* dopo l'attacco della mosca dell'olivo (GRASSO, 2015).

L'alterata espressione genica della categoria funzionale *metabolismo proteico*, può indicare che le risposte di difesa hanno determinato una forte riallocazione delle risorse ed una maggiore espressione di geni direttamente o indirettamente influenzanti lo sviluppo e la sopravvivenza del fitofago. Nei casi di interazione pianta-patogeno è stata verificata la riallocazione di sostanze proteiche lontano dai tessuti infetti dal patogeno, per limitare la crescita del

parassita, limitando altresì la perdita di nutrienti (HAVKO *et al.*, 2016). In presenza del danno causato dalla mosca, i geni del metabolismo primario e di quello proteico sotto espressi sono risultati il doppio di quelli sovra espressi. Questo documenta che l'attacco di *B. oleae* induce la pianta ad isolare la zona infestata con possibile anticipo della senescenza del frutto e sua cascola (GRASSO, 2015).

Quali che siano gli elicitori e i relativi recettori, non ancora identificati, una gran quantità di eventi segnale precoci sono scatenati dall'interazione larva carpofaga-drupa di *Ruveia*, così come regolazioni positive e negative di geni codificanti per proteine da attivare in risposta a shock ossidativi. La stessa produzione di radicali liberi ROS (superossidi, perossidi) è stata modificata sensibilmente, con geni espressi in modo alterato, evidenziando che la variazione dello stato redox nelle cellule della drupa deve giocare un ruolo importante nelle interazioni olivo-*B. oleae* (Grasso, 2015). Com'è noto, la percezione degli elicitori di un fitofago include cambiamenti a livello del potenziale di membrana e l'attivazione di un network ormonale, in cui acido giasmonico, salicilico ed etilene giocano un ruolo decisivo. In tal senso, è stato verificato che in drupe di *Ruveia*, infestate da larve di *B. oleae*, numerosi geni, che codificano per la risposta all'acido giasmonico hanno evidenziato espressione alterata, così come per i geni coinvolti in risposte all'etilene e a vie di segnale attivate dall'etilene (GRASSO, 2015).

IL RUOLO DEI FITORMONI QUALI MODULATORI DELLA RISPOSTA A *BACTROCEA OLEAE*

I meccanismi di difesa delle piante contro gli attacchi degli insetti coinvolgono una varietà di risposte coordinate. Queste sono modulate anche dagli ormoni vegetali, tra i quali l'etilene. L'incremento di produzione di etilene è una risposta della pianta agli stress biotici, che promuove l'emissione di volatili e modula altre risposte di difesa ad insetti fitofagi (BROEKGAARDEN *et al.*, 2015; MÜLLER & MUNNÉ-BOSCH, 2015). L'etilene induce rapida trascrizione di geni che codificano per tossine o sostanze antidigestive, in particolare chitinasi, beta 1-3 glucanasi, proteine PR ed inibitori di proteasi (WU & BALDWIN, 2010). CORRADO *et al.* (2012) hanno riscontrato significativa induzione trascrizionale di geni associati direttamente o indirettamente al metabolismo dell'etilene, inclusi alcuni fattori di trascrizione, in drupe di *Moraiolo* danneggiate da *B. oleae*.

I risultati di uno studio recente hanno confermato la complessità della risposta dell'olivo a *B. oleae*, analizzando il contenuto dei fitormoni etilene, acido giasmonico, del suo precursore OPDA e acido sali-

cilico in drupe infestate e non delle cultivar *Leccino*, di media suscettibilità, e *Coratina*, di elevata suscettibilità (ALAGNA *et al.*, 2016). La comparazione dei livelli di emissione di etilene tra infestato e sano ha evidenziato un suo incremento di 23 volte nei frutti infestati di *Leccino* e di circa 10 volte in *Coratina*, suggerendo che la maggiore suscettibilità della seconda cv sia legata ai livelli di induzione di etilene.

Anche i trascritti dei fattori attivati dall'etilene (ERF) e coinvolti nel *signaling* hanno evidenziato incrementi fino a 13 volte il livello normale. Sono stati identificati 3 geni ERF coinvolti nella risposta a *B. oleae*, i cui livelli non aumentano nei frutti maturi. Ciò sta ad indicare che l'aumento di etilene elicitato dall'insetto non è collegato al processo di maturazione dei frutti, ma all'attivazione delle difese contro il fitofago (ALAGNA *et al.*, 2016).

Gli stessi autori hanno verificato che, a causa dell'azione larvale, si ottiene anche l'attivazione della via idroperossido-liasi (HPL), con incremento significativo dei livelli di traumatina, acido 12-idrossidodecanoico e idrossi-traumatina che presiedono alla sintesi di metaboliti secondari coinvolti in meccanismi di difesa. Altra conseguenza di tali attivazioni metaboliche è la produzione di sostanze volatili in modo differenziale tra drupe infestate da mosca e quelle sane, con variazione significativa del profilo dei volatili, tra cui si evidenzia una sovra regolazione per sesquiterpeni ipotizzando un loro coinvolgimento nei meccanismi di difesa indiretti (ALAGNA *et al.*, 2016).

MODULAZIONE DI INIBITORI DI PROTEASI NELLE DRUPE

Gli inibitori di proteasi (IP) sono ampiamente distribuiti nel regno vegetale e sono considerati una parte essenziale del sistema di difesa della pianta contro insetti fitofagi. ALAGNA *et al.* (2016) riportano in olivo la modulazione di IP ad elevati livelli a causa dell'infestazione da mosca olearia in frutti prossimi alla maturazione della cv *Leccino*. Già CORRADO *et al.* (2012) avevano evidenziato incrementi dei livelli di mRNA di geni IP in drupe infestate rispetto a quelle sane di *Moraiolo*. Gli stessi autori ritengono che la mancata modulazione di IP in drupe verdi infestate sia dovuto ad un livello già elevato, quali elementi della difesa costitutiva dell'olivo, e quindi sufficiente a proteggere la pianta da eventuali attacchi di fitofagi, spiegando in tal modo perché essi non siano indotti dall'attacco di *B. oleae* (ALAGNA *et al.*, 2016). Di contro, in fase di maturazione, le differenze evidenziate sono risultate significative con livelli di IP espressi superiori nelle drupe infestate rispetto alle

sane. Con il completamento del processo di maturazione della drupa, la pianta, riducendo le risposte di difesa costitutive al termine del ciclo riproduttivo, recupera energia metabolica, che può essere destinata ai cambiamenti fisiologici legati alla maturazione. È noto per altre specie che la direzione e la magnitudo delle risposte di difesa all'azione larvale di un fitofago dipende dall'età dei tessuti che sono danneggiati e che l'ontogenesi della pianta condiziona sia la produzione costitutiva e sia quella indotta di composti di difesa (SCHULTZ *et al.*, 2013; STAM *et al.*, 2014).

PROSPETTIVE FUTURE E CONCLUSIONI

I risultati degli studi trascrittomici riguardanti le risposte molecolari di cultivar di olivo all'attacco della mosca, potranno servire sia allo sviluppo di markers trascrizionali e sia a valutare l'influenza di tutte le modifiche e reazioni della pianta (es., produzione di metaboliti secondari, volatili emessi solo in presenza della mosca nell'oliveto) sulla qualità dell'olio ottenibile (GRASSO *et al.*, 2014). Profilo di espressione, metabolomica, analisi dei volatili potranno aprire scenari inesplorati sulla interazione mosca-olivo.

Gli studi molecolari fin qui realizzati (ALAGNA *et al.*, 2016; CORRADO *et al.*, 2012; GRASSO, 2015) evidenziano che la variabilità del germoplasma di olivo non coinvolge solo tratti fenotipici e qualitativi (es. olio), ma anche le risposte di difesa alla mosca. Gli studi trascrittomici possono mettere in luce i meccanismi che determinano minore suscettibilità o resistenza genetica alla mosca olearia e la varietà delle difese attivate dalla pianta nei riguardi del suo nemico, come osservato in passato. La molteplicità dei meccanismi di difesa messa in luce dall'interazione *B. oleae* – olivo, offre l'opportunità di procedere alla selezione di germoplasma olivicolo adatto a differenti condizioni ambientali. I dati ottenuti possono fornire concrete possibilità anche per la manipolazione della resistenza. La possibilità di correlare livelli di resistenza con l'espressione genica potrebbe permettere di individuare geni candidati o regioni genomiche per dare un contributo alla resistenza dell'olivo, anche attraverso uno screening per tolleranza e resistenza a livello molecolare. Lo sviluppo degli studi molecolari ed il loro ampliamento mediante ricerche multidisciplinari, finalizzate alla più fine comprensione delle interazioni pianta-fitofago, potranno contribuire allo sviluppo di strumenti innovativi per il controllo della mosca e la messa a punto di sistemi di gestione, per limitare le attuali ingenti perdite di produzione di olio e olive da mensa causate da *B. oleae*.

RIASSUNTO

La mosca delle olive *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) è il fitofago chiave dell'olivo a livello mondiale. I meccanismi molecolari e i geni implicati nelle risposte attivate dall'ospite a seguito dell'attacco del fitofago sono aspetti non ancora adeguatamente studiati. Tali conoscenze sono alla base dello sviluppo di modalità di controllo innovative e a minor impatto ambientale. Ad oggi, le indagini completate si riferiscono ad un numero ridotto di cultivar da olio a diverso grado di suscettibilità, di cui sono noti i risultati scaturiti da analisi trascrittomiche e proteomiche. Analogamente a quanto avviene in altre specie vegetali, per l'olivo la risposta della drupa all'attacco della mosca determina un'estesa riprogrammazione dei trascritti, con la modifica dei livelli di espressione di migliaia di geni coinvolti in un'ampia gamma di vie metaboliche. Inoltre, sono state evidenziate modifiche nei trascritti di geni coinvolti nelle risposte di difesa diretta. Le ricerche in atto sui meccanismi molecolari della resistenza genetica dell'olivo alla mosca olearia potranno portare alla selezione di cultivar con maggiore capacità di resistere allo stress biotico. Tali conoscenze forniranno un contributo indispensabile per una gestione sostenibile del fitofago.

BIBLIOGRAFIA

- ALAGNA F., KALLENBACH M., POMPA A., DE MARCHIS F., RAO R., BALDWIN I.T., BONAVENTURE G., BALDONI L., 2016 – *Olive fruits infested with olive fly larvae respond with an ethylene burst and the emission of specific volatiles*. - J. Integr. Plant Biol., 58(4): 413-425.
- ALFONSO I., VACAS S., PRIMO J., 2014 – *Role of α -copaene in the susceptibility of olive fruits to Bactrocera oleae (Rossi)*. - J. Agr. Food Chem., 62: 11976-11979.
- BASILE B., ROMANO R., GARONNA A.P., FORLANI M., RAO R., 2006 – *Preliminary study of the susceptibility of different olive cultivars to olive fruit fly [Bactrocera oleae (Gmel.)]*. - Proc. Olivebiotech, Marsala 5-10.11.2006, Vol. II: 319-322.
- BEN-YOSEF M., PASTERNAK Z., JURKEVITCH E., YUVAL B., 2015 – *Symbiotic bacteria enable olive fly larvae to overcome host defences*. - R. Soc. open Sci., 2(7): 150170.
- BROEKGARDEN C., CAARLS L., VOS I.A., PIETERSE C.M.J., VAN WEES S.C.M., 2015 – *Ethylene: Traffic controller on hormonal crossroads to defense*. - Plant Physiol., 169: 2371-2379.
- CAMPEOL E., FLAMINI G., CIONI P.L., MORELLI I., CREMONINI R., CECCARINI L., 2003 – *Volatile fractions from three cultivars of Olea europaea L. collected in two different seasons*. - J. Agr. Food Chem., 51: 1994-1999.
- CORRADO G., ALAGNA F., ROCCO M., RENZONE G., VARRICCHIO P., COPPOLA V., COPPOLA M., GARONNA A., BALDONI L., SCALONI A., RAO R., 2012 – *Molecular interactions between the olive and the fruit fly Bactrocera oleae*. - BMC Plant Biol., 12: 1-17.
- DAANE K.M., JONHSON M.W., 2010 – *Olive fruit fly: managing an ancient pest in modern times*. - Annu. Rev. Entomol., 55: 151-169.
- GONÇALVES M.F., MALHEIRO R., CASAL S., TORRES L., PEREIRA J.A., 2012 – *Influence of fruit traits on oviposition preference of the olive fly, Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae), on three Portuguese olive varieties (Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana)*. - Sci. Hortic., 145: 127-135.
- GRASSO F., COPPOLA M., PADUANO A., GARONNA A.P., CARBONE F., CORRADO G., PERROTTA G., SACCHI R., RAO R., 2014 – *Effetto della mosca olearia (Bactrocera oleae) sul profilo trascrittomico e metabolomico dell'olivo (Olea europaea)*. - Abstracts XXIV Congr. Naz. It. Entomologia – Orosei (NU), comunicazione orale: 22-23.
- GRASSO F., 2015 – *Olive genetic diversity and molecular interaction with Bactrocera oleae*. PhD Thesis, Dottorato in Scienze Biotecnologiche – XXVII ciclo. Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, 109 pp.
- HAVKO N.E., MAJOR I.T., JEWELL J.B., ATTARAN E., BROWSE J., HOWE G.A., 2016 – *Control of carbon assimilation and partitioning by jasmonate: An accounting of growth–defense tradeoffs*. - Plants, 5: 7 doi: 10.3390/plants5010007
- IANNOTTA N., PERRI L., TOCCI C., ZAFFINA F., 1999 – *The behaviour of different olive cultivars following attacks by Bactrocera oleae (Gmel.)*. - Acta Hortic., 474: 545-548.
- IANNOTTA N., MACCHIONE B., NOCE M.E., PERRI E., SCALERCIO S., 2006 – *Olive genotypes susceptibility to the Bactrocera oleae (Gmel.) infestation*. - Proc. Olivebiotech, Marsala 5-10.11.2006, Vol. II: 261-266.
- IANNOTTA N., SCALERCIO S., 2012 – *Susceptibility of cultivars to biotic stresses*. In: Muzzalupo I. (Ed.), Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy, 81-106. InTech, Rijeka.
- IMPERATO A., CORRADO G., ALAGNA F., VARRICCHIO P., BALDONI L., RAO R., 2012 – *Olive molecular response to attack of Bactrocera oleae: identification of up-regulated genes in infested olive fruits*. - Acta Hortic., 929: 125-128.
- KOMBARGI W.S., MICHELAKIS S.E., PETRAKIS C.A., 1998 – *Effect of olive surface waxes on oviposition by Bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae)*. - J. econ. Entomol., 91: 993-998.
- KOUDOUNAS K., BANILAS G., MICHAELIDIS C., DEMOLIOU C., RIGAS S., HATZOPOULOS P., 2015 – *A defence-related Olea europaea β -glucosidase hydrolyses and activates oleuropein into a potent protein cross-linking agent*. - J. Exp. Bot., 66(7): 2093-2106.
- KUBO I., MATSUMOTO A., TAKASE I., 1998 – *A multichemical defense mechanism of bitter olive Olea europaea (Oleaceae). Is oleuropein a phytoalexin precursor?* - J. Chem. Ecol., 11: 251-263.
- LO SCALZO R., SCARPATI M.L., VERZEGNASSI B., VITA G., 1994 – *Olea europaea chemicals repellent to Bactrocera oleae females*. - J. Chem. Ecol., 20: 1813-1823.
- MALHEIRO R., CASAL S., BAPTISTA P., PEREIRA J.A., 2015A – *A review of Bactrocera oleae (Rossi) impact in olive products: from the tree to the table*. - Trend. Food Sci. Technol., 44: 226-242.
- MALHEIRO R., CASAL S., CUNHA S.C., BAPTISTA P., PEREIRA J.A., 2015B – *Olive volatiles from Portuguese cultivars Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana: role in oviposition preference of Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae)*. - Plos One, 10: 1-15.
- MALHEIRO R., CASAL S., BAPTISTA P., PEREIRA J.A., 2015C – *Physico-chemical characteristics of olive leaves and fruits and their relation with Bactrocera oleae (Rossi) cultivar oviposition preference*. - Scientia Horticulturae, 194: 208-214.
- MALHEIRO R., CASAL S., CUNHA S.C., BAPTISTA P., PEREIRA J.A., 2016 – *Identification of leaf volatiles from olive olive (Olea europaea) and their possible role in the ovipositional preferences of olive fly, Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae)*. - Phytochemistry, 121: 11-19.

- MÜLLER M., MUNNÉ-BOSCH S., 2015 – *Ethylene Response Factors: A key regulatory hub in hormone and stress signaling*. - Plant Physiol., 169: 32–41.
- PUGLIANO G., FLAMINIO G., PUGLIANO G., PUGLIANO M. L., SANNINO G., SCHIAVONE S., 2000 – *La risorsa genetica dell'olivo in Campania*. - Regione Campania, 160 pp.
- RIZZO R., CALECA V., 2006 – *Resistance to the attack of Bactrocera oleae (Gmelin) of some sicilian olive cultivars*. - Proc. Olivebioteq 2006, Marsala 5-10.11.2006, Vol. II: 291-298.
- RIZZO R., CALECA V., LOMBARDO A., 2012 – *Relation of fruit color, elongation, hardness, and volume to the infestation of olive cultivars by the olive fruit fly, Bactrocera oleae*. - Entomol. Exp. Appl., 145: 15-22.
- ROTUNDO G., GERMINARA G.S., DE CRISTOFARO A., RAMA F., 2001 – *Identificazione di composti volatili in estratti da diverse cultivar di Olea europaea L. biologicamente attivi su Bactrocera oleae (Gmelin) (Diptera: Tephritidae)*. - Boll. Lab. Ent. agr. Filippo Silvestri, 57:25-34.
- SACCHETTI P., GRANCHIETTI A., LANDINI S., VITTI C., GIOVANNETTI L., BELCARI A., 2008 – *Relationships between the olive fly and bacteria*. - J. appl. Entomol., 132: 682-689.
- SCARPATI M.L., LO SCALZO R., VITA G., 1993 – *Olea europaea volatiles attractive and repellent to the olive fruit fly (Dacus oleae, Gmelin)*. - J. Chem. Ecol., 19: 881-891.
- SCARPATI M.L., LO SCALZO R., VITA G., GAMBACORTA A., 1996 – *Chemiotropic behavior of female olive fly (Bactrocera oleae Gmel.) on Olea europaea L.* - J. Chem. Ecol., 22: 1027-1036.
- SCHULTZ J.C., APPEL H.M., FERRIERI A.P., THOMAS T.M., 2013 – *Flexible resource allocation during plant defense responses*. - Front Plant Sci., 4: 324.
- SCHUMAN M.C., BALDWIN I.T., 2016 – *The Layers of Plant Responses to Insect Herbivores*. - Annu. Rev. Entomol., 61: 373-394.
- SPADAFORA A., MAZZUCA S., CHIAPPETTA F.F., PARISE A., INNOCENTI A.M., 2008 – *Oleuropein-specific- β -glucosidase activity marks the early response of olive fruits (Olea europaea) to mimed insect attack*. - Agric. Sci. China, 7: 703-712.
- STAM J.M., KROES A., LI Y., GOLS R., VAN LOON J.J.A., POELMAN E.H., DICKE M., 2014 – *Plant interactions with multiple insect herbivores: from community to genes*. - Annu. Rev. Plant Biol., 65: 689-713.
- VAN LOON L.C., GERAATS B.P., LINTHORST H.J. 2006 – *Ethylene as a modulator of disease resistance in plants*. - Trends Plant Sci., 11: 184-191.
- WU J., BALDWIN I.T., 2010 – *New insights into plant responses to the attack from insect herbivores*. - Annu. Rev. Genet., 44: 1-24.

CONSIDERAZIONI FILOGENETICHE E BIOGEOGRAFICHE SU “*CANDIDATUS ERWINIA DACICOLA*” E PROSPETTIVE PER L’ALLEVAMENTO DI *BACTROCERA OLEAE* (ROSSI)

LUCA MAZZON (*) - ISABEL MARTINEZ-SAÑUDO (*) - MAURO SIMONATO (*) - VINCENZO GIROLAMI (*)

(*) Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente - DAFNAE, Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD). Autore corrispondente: lmazzon@unipd.it
Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda “Recenti acquisizioni per il controllo sostenibile di *Bactrocera oleae*”. Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 19 febbraio 2016.

Phylogenetic and biogeographic remarks on “Candidatus Erwinia dacicola” and development prospects for the mass rearing of Bactrocera oleae (Rossi)

The presence of a hereditary symbiosis in *Bactrocera oleae* was described by Petri (1909), which highlighted the presence of an oesophageal bulb that harbours bacteria. Within this organ, bacteria continuously multiply, forming masses that are discharged into the midgut.

In 2005 this symbiotic bacterium was genetically characterized and its phylogenetic status was investigated. Attempts at cultivation ex situ of the symbiont were not productive, leading to the choice of unculturable status definition. The coevolved bacterium was described as a novel taxon within the family Enterobacteriaceae as ‘*Candidatus Erwinia dacicola*’. Recently, an extended study showed the presence of three different haplotypes of *Ca. Erwinia dacicola* with a geographical distribution that appeared not to be random. Moreover, the extension of the studies to the Tephritidae family, showed the presence of specific bacteria in other species.

In the mass-rearing of the olive fly *Ca. Erwinia dacicola* is particularly important. The first mass-rearing of *B. oleae* on artificial diet was developed in the 60s but it is reported that the symbiont (considered *P. savastanoi*) was replaced by acidophilus bacteria. In the *B. oleae* rearing, the microorganism can be lost in particular for the presence of antimicrobial agents. The several attempts to restore the symbiosis have not been successful up to now.

The new knowledge on the symbiosis of the tephritid flies and advances in biotechnology give the possibility to improve *B. oleae* mass-rearing once the symbiont can be successfully reared in vitro.

KEY WORDS: symbiosis, bacteria, oesophageal bulb, Enterobacteriaceae, Oleaceae, fruit flies.

INTRODUZIONE

I primi studi sulla simbiosi in *Bactrocera oleae* risalgono agli inizi del secolo scorso con il microbiologo italiano Lionello PETRI (1909) che, nel suo trattato “Ricerche sopra i batteri intestinali della Mosca olearia”, descrisse la presenza nell’intestino anteriore di un bulbo adatto a ospitare e a consentire la moltiplicazione tumultuosa di batteri. Attraverso osservazioni di preparati microscopici, Petri descrisse inoltre la presenza di tali batteri a livello del meso-intestino sotto forma di masserelle fuoriuscenti dal bulbo esofageo e a livello delle ghiandole perianali. Il rinvenimento dei microrganismi a livello del micropilo dell’uovo e dei ciechi gastrici larvali lo portò a definire la simbiosi come ereditaria, affermazione che fu successivamente avvalorata dalle osservazioni di MAZZINI e VITA (1981). Sempre Petri ipotizzò che il simbiote della mosca delle olive potesse coincidere con ‘*Bacterium*’ (*Pseudomonas*) *savastanoi*, l’agente della rogna dell’olivo. Tale attribuzione non fu poi più messa in discussione nemmeno nei succes-

sivi lavori di HELLMUTH (1956), BUCHNER (1965) e di HAGEN (1966). Più tardi, GIROLAMI e CAVALLORO (1972) evidenziarono l’impossibilità di coltivare tali batteri, nonostante i ripetuti tentativi su diversi terreni di coltura e in diverse condizioni, rimettendo così in discussione l’identità del simbiote attribuita da Petri. Gli autori evidenziarono anche la perdita dei batteri simbiotici in insetti allevati su substrati artificiali con una conseguente riduzione della fecondità e longevità. Allo stesso tempo, nelle mosche che avevano perso i simbiotici, osservarono una riduzione del volume del bulbo esofageo che tende ad essere colonizzato da altre specie microbiche generiche acquisite dall’ambiente. Il dibattito sull’identità tassonomica dei simbiotici si protrasse sino a quando CAPUZZO *et al.* (2005), grazie all’applicazione di tecniche molecolari di sequenziamento del 16S rRNA batterico, designarono il battere della mosca dell’olivo come “*Candidatus Erwinia dacicola*”, nuovo taxon della famiglia delle Enterobacteriaceae (GenBank AJ586620) (da qui in poi riportato come *E. dacicola*). Successivamente la presenza di *E. dacicola* fu ripetuta-

mente confermata dall'analisi di differenti popolazioni di *B. oleae* compiuta in diversi laboratori nazionali ed esteri (SACCHETTI *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2008; KOUNATIDIS *et al.*, 2009; ESTES *et al.*, 2012; SAVIO *et al.*, 2012).

POSIZIONE FILOGENETICA DI ERWINIA DACICOLA

Il sequenziamento del 16S rRNA ha consentito di indagare sulla collocazione filogenetica di *E. dacicola*. La ricostruzione filogenetica, in cui l'agente della rogna dell'olivo *Pseudomonas savastanoi* è stato inserito come outgroup, identifica come sister group di *E. dacicola* un clade, ben supportato dal punto di vista statistico, in cui ricadono *E. persicinus* ed *E. rhapontici* considerati patogeni vegetali e con i quali presenta una omologia media del 98% (Fig. 1). Tali specie batteriche possono essere considerate quindi ad oggi le specie *free-living* filogeneticamente più vicine al simbionte della mosca delle olive.

Molte specie del genere *Erwinia* appartengono alla comunità microbica che compone la microflora epifitica vegetale (WALERON *et al.*, 2002) con la capacità di comportarsi come patogeni più o meno deboli quando riescono a penetrare nei tessuti della pianta, ad esempio attraverso lesioni di vario genere (BEATTIE, 2007). È noto come, per molti tefritidi, i batteri generici del filloplano possano rappresentare un'importante fonte proteica e come poi, molte di queste specie batteriche, siano comunemente associate al tratto intestinale (DREW *et al.*, 1983; DREW e LLOYD, 1989;

SACCHETTI *et al.*, 2008). C'è inoltre da segnalare che recentemente è stata isolata da olivo una nuova specie batterica, designata come *Erwinia oleae*, geneticamente vicina a *E. herbicola* (= *Pantoea agglomerans*) (MORETTI *et al.*, 2011). L'instaurarsi di una simbiosi batterica ereditaria e coevoluita in *B. oleae* potrebbe essere spiegata quindi ipotizzando che l'acquisizione sia avvenuta dalla pianta ospite a partire da una *Erwinia* ancestrale *free-living* con un evento simile, ma indipendente, a quello avvenuto per *Candidatus Stammerula* spp. nella tribù dei Tephritini (MAZZON *et al.*, 2008; 2010; VIALE *et al.*, 2015). Questi eventi di acquisizione indipendenti sottolineerebbero la propensione dei tefritidi a stabilire rapporti simbiotici ereditari con le Enterobacteriaceae, favoriti in questo dall'utilizzo dei batteri come fonte alimentare e dallo stretto rapporto con la pianta ospite. Il legame con la pianta ospite, infatti, per molti tefritidi è tale per cui la maggior parte del loro ciclo biologico è spesa a contatto con i tessuti vegetali come larva o adulto. Sono presenti in letteratura altri casi di associazioni tra il genere *Erwinia* e insetti come ad esempio *Erwinia* sp. con *Frankliniella occidentalis* (DE VRIES *et al.*, 2001), *E. aphidicola* con afidi (HARADA *et al.*, 1997) ed *E. teleogrylli* con ortotteri (LIU *et al.*, 2016).

La recente possibilità da parte del gruppo di ricerca di avere a disposizione alcuni esemplari di *Bactrocera biguttula* (BEZZI, 1922) sfarfallati da olive raccolte in Sudafrica ha consentito di poterne analizzare il 16S rRNA del contenuto batterico del bulbo esofageo e degli agglomerati membranosi mesointestinali. È interessante notare che, nella ricostruzione filoge-

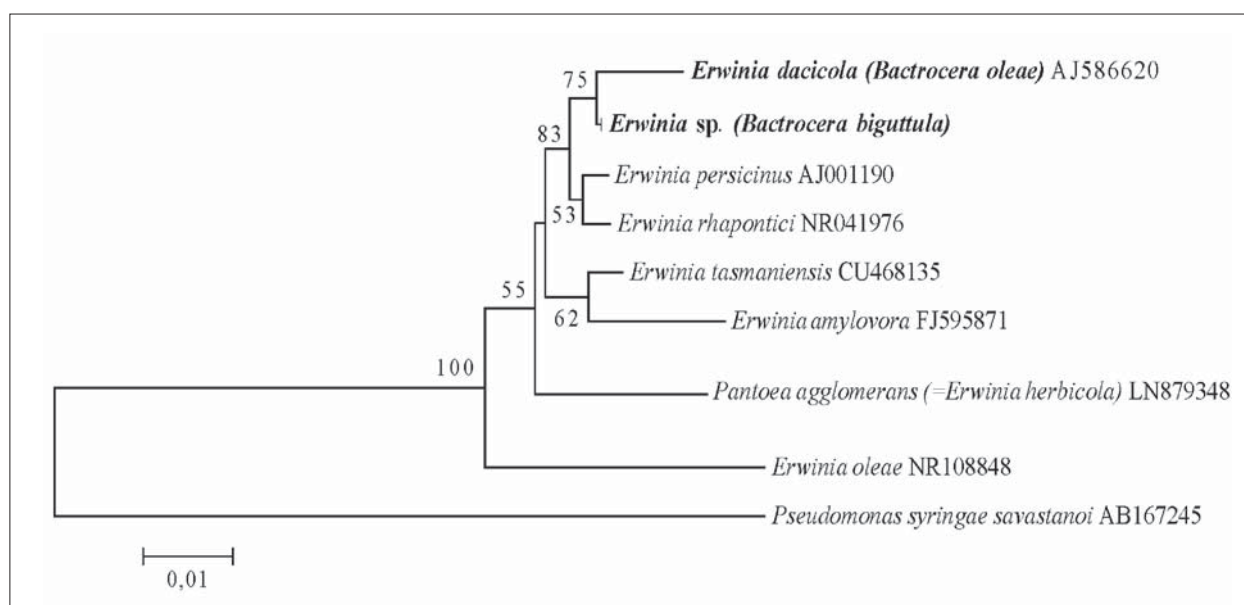


Fig. 1 – Relazioni filogenetiche di *Erwinia dacicola* con i principali e affini taxa *free-living* appartenenti al genere *Erwinia* e con *Erwinia* sp. da *Bactrocera biguttula*. Come outgroup è riportato *Pseudomonas syringae savastanoi* ritenuto l'agente causale della rogna dell'olivo. Maximum Composite Likelihood method.

netica, i batteri di *B. biguttula* si dimostrano i più affini a *E. dacicola* (dati non pubblicati) (Fig. 1). COPELAND *et al.* (2004) individuano, all'interno del sottogenere *Daculus* Speiser, il “Gruppo Oleae”, un gruppo di quattro specie del genere *Bactrocera* associate al frutto delle Oleaceae. A tale gruppo, oltre a *B. oleae*, appartengono *B. biguttula*, *B. cogani* e *B. munroi*. La presenza nel bulbo esofageo di *B. biguttula* di *Erwinia* sp. affine a *E. dacicola* apre intriganti scenari per future indagini volte a far luce sulla possibile esistenza di un complesso di batteri simbiotici monofiletici e coevoluti, appartenenti al genere *Erwinia*, ma specifici per il gruppo di specie di *Bactrocera* gravitanti intorno alle Oleaceae. Tali conoscenze potrebbero diventare uno strumento molto importante adatto da una parte a comprendere la filogenesi del “Gruppo Oleae” e la dibattuta origine geografica di *B. oleae* e dall'altra a datare l'inizio del rapporto simbiotico.

ERWINIA DACICOLA NEL MEDITERRANEO

Grazie allo sviluppo delle tecniche di analisi molecolari SAVIO *et al.* (2012), hanno studiato il 16S rRNA batterico del bulbo esofageo di oltre 300 esemplari di *B. oleae* appartenenti a 26 popolazioni scelte in modo da rappresentare più o meno omogeneamente l'intero areale italiano dell'olivo spontaneo e/o coltivato.

L'analisi delle sequenze ottenute (781 bp) ha evidenziato, oltre che la presenza di *E. dacicola* in tutti gli esemplari studiati, la presenza esclusiva di due aplotipi del simbiote che differiscono tra di loro per tre siti di mutazione associati. I due aplotipi, denominati aplotipo A (GenBank HQ667588) e aplotipo B (GenBank HQ667589), sono stati rinvenuti rispettivamente nel 43% e nel 57% degli esemplari analizzati. L'esistenza di soli due aplotipi è stata confermata estendendo l'analisi del 16S rRNA a 1280 bp in 43 adulti (di cui 21 con aplotipo A e 22 con aplotipo B).

Tale analisi ha consentito tuttavia di evidenziare altri due ulteriori siti di mutazione, portando quindi a 5 i punti di mutazione per i quali differiscono i due aplotipi A e B di *E. dacicola* (Fig. 2). Parallele indagini sul 23S rRNA (761 bp) hanno permesso di evidenziare che questa regione non presenta invece siti di mutazione che permettano di distinguere i due aplotipi individuati nel 16S rRNA (GenBank HQ667590). Inoltre, il clonaggio in seguito a PCR, eseguito su alcuni esemplari, non ha mai evidenziato la coesistenza dei due aplotipi, o la presenza di aplotipi intermedi, nel medesimo bulbo esofageo.

I due aplotipi rinvenuti hanno dimostrato di essere presenti entrambi nelle popolazioni di *B. oleae* indagate ma in diversi rapporti e apparentemente senza una definita struttura geografica con l'esclusione delle due isole maggiori nelle quali sorprendentemente è stato rinvenuto solo l'aplotipo A in Sardegna e solo l'aplotipo B in Sicilia.

Successive e più estese indagini sono state compiute dal gruppo di ricerca su 50 popolazioni di *B. oleae* raccolte nell'areale dell'olivo attraverso l'intero bacino del Mediterraneo (17 paesi) (VIALE, 2014). Nello stesso lavoro sono state analizzate tre ulteriori popolazioni di provenienza extra-mediterranea: una asiatica (Pakistan), una africana (Sudafrica) e una americana (California) dove *B. oleae* è stata recentemente introdotto. Ancora una volta, in Italia, in tutto il bacino del Mediterraneo oltre che in Sudafrica e in California, i risultati hanno evidenziato la presenza di *E. dacicola* con i due aplotipi A e B descritti da Savio *et al.* (2012). Un terzo aplotipo (aplotipo C) è stato individuato esclusivamente nella popolazione di *B. oleae* raccolta in Pakistan. Tale aplotipo risulta filogeneticamente più vicino all'aplotipo B avendo con quest'ultimo una unica base di differenza (Tab. 1; Fig. 2). Dal punto di vista della distribuzione sul territorio, i dati rivelano una significativa struttura genetica degli aplotipi del simbiote nelle popolazioni studiate (SAMOVA). La distribuzione geografica degli aplo-

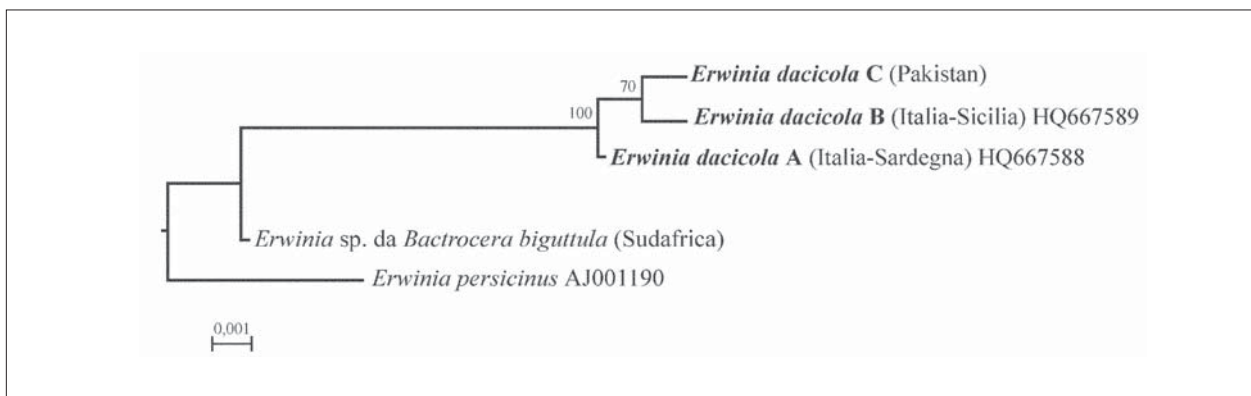


Fig. 2 – Relazioni filogenetiche tra i tre aplotipi di *Erwinia dacicola* individuati ed *Erwinia* sp. da *Bactrocera biguttula*. Come outgroup è riportato *Erwinia persicinus* che risulta la specie batterica *free-living* filogeneticamente più affine. Maximum Composite Likelihood method.

Tab. 1 – Mutazioni nel 16S rRNA per le quali differiscono i tre aplotipi di *Erwinia dadicola* (1240 bp).

Aplotipo	Posizione				
	11	282	657	943	945
A	C	C	G	C	T
B	T	T	A	A	A
C	T	T	G	A	A

tipi di *E. dadicola* evidenzia infatti la tendenza quasi esclusiva, della maggior parte delle popolazioni in *B. oleae*, raccolte nel Mediterraneo occidentale e in Sudafrica ad ospitare l'aplotipo A (Algeria, Marocco, Penisola Iberica, Francia, Corsica e Sardegna). Al contrario, l'aplotipo B ad eccezione dell'isola di Creta, appare nettamente predominante nella parte sud-orientale del Mediterraneo (Tunisia, Egitto, Israele, Cipro, Turchia) oltre che nella popolazione originaria della California mentre Italia, Slovenia, Croazia e Grecia sembrano ospitare entrambe le linee di *E. dadicola* in proporzioni diverse (Fig. 3).

I risultati ottenuti dagli studi sulla variabilità genetica di *E. dadicola* hanno aperto una serie di interrogativi e hanno consentito di ipotizzare una probabile antica separazione tra le tre linee individuate (A, B e C). È interessante notare che la distribuzione geografica dei tre aplotipi di *E. dadicola* sembra sovrapporsi bene ai gruppi genetici individuati da NARDI *et al.* (2010) che suddivide *B. oleae* in una popolazione africana considerata il centro di differenziazione della specie, una popolazione pakistana considerata una

popolazione relitto di antica separazione, già definita da SILVESTRI (1916) var. *asiatica* e infine una popolazione mediterranea, geneticamente suddivisa in tre sottogruppi: orientale, centrale e occidentale. Tale corrispondenza si presta a speculazioni circa la possibile origine ed epoca di separazione delle tre linee di *E. dadicola* individuate. La distribuzione dei tre aplotipi potrebbe infatti essere il risultato prima della antica separazione basale dell'olivo selvatico nelle tre linee (africana, asiatica e mediterranea) che viene fatto risalire ad inizio Pliocene e poi delle ripetute frammentazioni dell'areale mediterraneo in differenti stazioni di rifugio avvenuta nel corso del Pleistocene (BESNARD *et al.*, 2002; 2007; NARDI *et al.*, 2010) che hanno costretto popolazioni di *B. oleae* a lunghi periodi di isolamento geografico. È evidente, alla luce di questi risultati, come la presenza di un modello di trasmissione verticale per il simbionte di *B. oleae* possa rendere lo studio genetico di *E. dadicola* una fase fondamentale per la comprensione della storia evolutiva e della genetica di popolazione dell'insetto ospite.

IMPORTANZA DI ERWINIA DACICOLA NEGLI ALLEVAMENTI DI *BACTROCERA OLEAE*

Negli anni 60, sull'entusiasmo dei primi risultati positivi, numerose ricerche sono state indirizzate all'applicazione della tecnica del "maschio sterile" per il controllo di specie dannose ed in Europa in par-

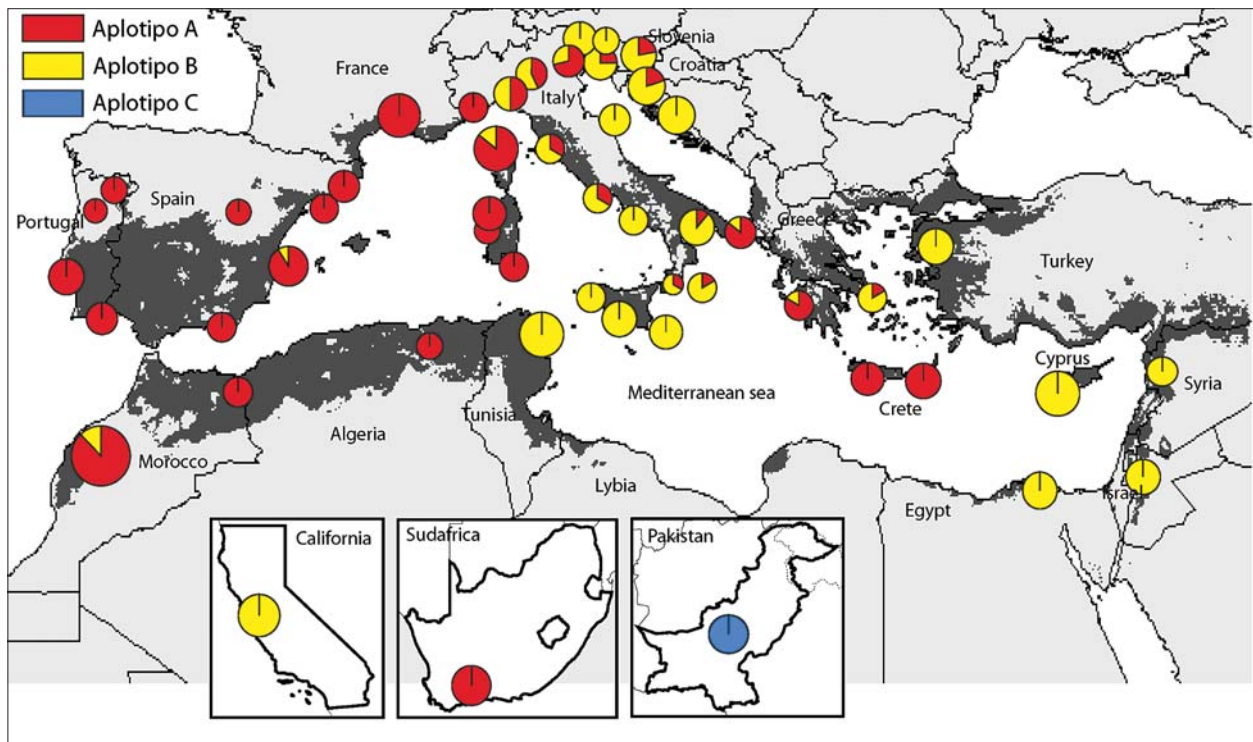


Fig. 3 – Variabilità genetica di *Erwinia dadicola* nel bacino del Mediterraneo ed in tre campionamenti puntiformi extra-mediterranei (dati non pubblicati). In grigio scuro la potenziale distribuzione dell'olivo nel Mediterraneo (da OTEROS, 2014, modificata).

ticolare contro i tefritidi. Le tecniche di allevamento hanno pertanto conosciuto un momento di grande interesse, anche grazie ai successi nell'allevamento in massa su substrati artificiali di *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Notevoli difficoltà sono state invece incontrate nei confronti di *B. oleae*, il cui primo insoddisfacente allevamento su substrati artificiali è stato messo a punto negli anni '60 (HAGEN, 1966); già nella relativa pubblicazione è riportato come le difficoltà incontrate fossero imputabili alla perdita del battere simbiote (ritenuto *P. savastanoi*) che nei substrati viene sostituito da microrganismi acidofili.

Nel tentativo di sopperire alla perdita dei simbionti mediante substrati larvali ricchi e tecniche appropriate sono stati messi a punto numerosi allevamenti di *B. oleae* insoddisfacenti per la scarsa vitalità degli adulti ottenuti, tra l'altro incapaci di completare lo sviluppo su oliva. Negli allevamenti di *B. oleae* il microrganismo simbiote viene perduto anche con il semplice contatto delle uova con l'acqua di raccolta o successivamente per la presenza di antifermentativi nei substrati artificiali di allevamento larvale.

Successivamente è stato osservato che le masse batteriche meso-intestinali descritte da Petri in realtà sono costituite da un nucleo secreto nel bulbo esofageo attorno al quale si moltiplicano i batteri; tali agglomerati sono presenti, oltre che in *B. oleae*, anche in tutte le altre Dacinae e Trypetinae e soprattutto in assenza di batteri conservano la forma del bulbo esofageo e sono comunque visibili all'interno della membrana peritrofica (GIROLAMI, 1973). Le masserelle sono prodotte in *B. oleae* al ritmo di una decina al giorno con un inevitabile sacrificio metabolico per

l'adulto (Fig. 4) (PISCEDDA e GIROLAMI, 2005). Ne consegue che la presenza rinnovata di nuclei per la moltiplicazione dei batteri nel lume intestinale deve corrispondere ad un vantaggio per la sopravvivenza degli adulti pena una compromessa vitalità degli stessi. A differenza di *B. oleae*, i tefritidi facilmente allevabili nei substrati artificiali, non possiedono simbionti coevoluti e sono capaci di acquisire dall'ambiente, filloplano in particolare, i batteri in grado poi di moltiplicarsi nell'intestino. I numerosi tentativi di coltivare *E. dacicola*, al fine di ripristinare la simbiosi negli allevamenti, non hanno sinora avuto successo.

Le nuove acquisizioni sulla simbiosi di *B. oleae* e dei tefritidi, le moderne tecniche molecolari e di microscopia avanzata e i progressi della chimica analitica, fanno intravedere ulteriori prospettive nelle possibilità di successo di coltivazione di *E. dacicola*. Si aprirebbero così nuovi orizzonti sulle possibilità di allevare adulti fecondi e vitali di *B. oleae* anche su substrati artificiali e di metter a punto allevamenti massali.

RIASSUNTO

La presenza di una simbiosi ereditaria in *Bactrocera oleae* è stata descritta da Petri (1909) che ha evidenziato la presenza di un bulbo esofageo ospitante batteri poi regolarmente scaricati in masse compatte nel mesointestino. Nel 2005 questo simbiote è stato geneticamente caratterizzato, ne è stata studiata la sua filogenesi e quindi designato come *Candidatus Erwinia dacicola* (Enterobacteriaceae). Inoltre, è stato definito non coltivabile a causa del fallimento dei tentativi di coltura ex-situ sui principali terreni di coltura. Recentemente, è stata evidenziata la presenza di tre differenti aplotipi con



Fig. 4 – Agglomerati membranosi nel lume del primo tratto meso-intestinale in adulti di *Bactrocera oleae*.

una distribuzione geografica nel bacino del Mediterraneo che risulta non casuale. Il rinvenimento di batteri appartenenti al genere *Erwinia* nel bulbo esofageo di *B. biguttula* evidenzia la propensione di *Bactrocera* “Gruppo Oleae” ad ospitare batteri appartenenti a questo genere.

Al fine di ottenere individui vitali, negli allevamenti massali di *B. oleae*, risulta ad oggi fondamentale la permanenza di *Ca. E. dadicola* la quale però viene facilmente persa principalmente per la presenza di agenti antimicrobici e sostituita da batteri acidofili. I primi allevamenti di massa su dieta artificiale sono stati tentati negli anni '60 quando il simbionte era stato identificato come *Pseudomonas savastanoi*.

Le nuove acquisizioni sulla simbiosi in *B. oleae* e sui tefritidi in generale, anche grazie alle moderne tecniche molecolari, lasciano intravedere possibilità di successo nei tentativi di coltivazione dei simbionti in vitro.

BIBLIOGRAFIA

- BEATTIE G.A., 2007 – *Plant-associated bacteria: survey, molecular phylogeny, genomics and recent avances*. In: Gnanamanickam, S.S. (Ed.), *Plant-Associated Bacteria*. Springer, Netherlands, pp. 1-56.
- BESNARD G., KHADARI B., BARADAT P., BERVILLÉ A., 2002 – *Olea europaea (Oleaceae) phylogeography based on chloroplast DNA polymorphism*. - *Theor. Appl. Genet.*, 104: 1353-1361.
- BESNARD G., RUBIO DE CASAS R., VARGAS P., 2007 – *Plastid and nuclear DNA polymorphism reveals historical processes of isolation and reticulation in the olive tree complex (Olea europaea)*. - *J. Biogeogr.*, 34: 736-752.
- BUCHNER P., 1965 – *Endosymbiosis of animals with plant microorganisms*. New York: Interscience.
- Capuzzo C., Firrao G., Mazzon L., Squartini A., Girolami V., 2005 – ‘*Candidatus Erwinia dadicola*’, a coevolved symbiotic bacterium of the olive fly *Bactrocera oleae* (Gmelin). - *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 55: 1641-1647.
- COPELAND R.S., WHITE I.M., OKUMU M., MACHERA M., WHARTON R.A., 2004 – *Insects associated with fruits of the Oleaceae (Asteridae, Lamiales) in Kenya, with special reference to the Tephritidae (Diptera)*. - *Bishop Mus. Bull. Entomol.*, 12: 135-164.
- DE VRIES E.J., BREEUWER J.A., JACOBS G., MOLLEMA C., 2001 – *The association of Western flower thrips, Frankliniella occidentalis, with a near Erwinia species gut bacteria: transient or permanent?* - *J. Invertebr. Pathol.*, 77: 120-128.
- Drew R.A.I., Courtice A.C., Teakle D.S., 1983 – *Bacteria as a natural source of food for ault of Fruit Flies (Diptera: Tephritidae)*. *Oecologia*, 60: 279-284.
- Drew R.A.I., Lloyd A.C., 1989 – *Bacteria associated with Fruit Flies and their host plants*. In: Robinson A.S., Hooper G. (eds.): *Fruit Flies their Biology, Natural Enemies and Control*. World Crop Pest, Elsevier, Amsterdam, 3A: 131-140.
- ESTES A.M., HEARN D.J., BURRACK H.J., REMPOULAKIS P., PIERSON E.A., 2012 – *Prevalence of Candidatus Erwinia dadicola in wild and laboratory olive fruit fly populations and across developmental stages*. - *Environ. Entomol.*, 41: 265-274.
- GIROLAMI V., 1973 – *Reperti morfo-istologici sulle batteriosimbiosi del Dacus oleae Gmelin e di altri ditteri tripetidi, in natura e negli allevamenti su substrati artificiali*. - *Redia*, 54: 269-294.
- GIROLAMI V., CAVALLORO R., 1972 – *Aspetti della simbiosi batterica di Dacus oleae (Gmelin) in natura e negli allevamenti di laboratorio*. - *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, 8: 561-571.
- HAGEN K.S., 1966 – *Dependence of the olive fly, Dacus oleae, larvae on symbiosis with Pseudomonas savastanoi for the utilization of olive*. - *Nature*, 209: 423-424.
- HARADA H., OYAIZU H., KOSAKO Y., ISHIKAWA H., 1997 – *Erwinia aphidicola, a new species isolated from pea aphid, Acyrthosiphon pisum*. - *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 43: 349-354.
- HELLMUTH H., 1956 – *Untersuchungen zur Bakteriensymbiose der Trypetiden (Diptera)*. - *Z. Morphol. Oekol. Tiere*, 44: 438-517.
- KOUNATIDIS I., CROTTI E., SAPOUNTZIS P., SACCHI L., RIZZI A., CHOUAIA B., BANDI C., ALMA A., DAFFONCHIO D. & altri, 2009 – *Acetobacter tropicalis is a major symbiont of the olive fruit fly (Bactrocera oleae)*. - *Appl. Environ. Microbiol.*, 75: 3281-3288.
- LIU B., LUO J., LI W., LONG X.F., ZHANG Y.Q., ZENG Z.G., TIAN Y.Q., 2016 – *Erwinia teleogrylli sp. nov., a bacterial isolate associated with a chinese cricket*. - *PloS one*, 11: e0146596.
- MAZZINI M., VITA G., 1981 – *Identificazione submicroscopica del meccanismo di trasmissione del batterio simbionte in Dacus oleae (Diptera, Trypetidae)*. - *Redia*, 64: 277-301.
- MAZZON L., MARTINEZ-SAÑUDO I., SIMONATO M., SQUARTINI A., SAVIO C., GIROLAMI V., 2010 – *Phylogenetic relationships between flies of the Tephritinae subfamily (Diptera, Tephritidae) and their symbiotic bacteria*. - *Mol. Phylogenet. Evol.*, 56, 312-326.
- MAZZON L., PISCEDDA A., SIMONATO M., MARTINEZ-SAÑUDO I., SQUARTINI A., GIROLAMI V., 2008 – *Presence of specific symbiotic bacteria in flies of the subfamily Tephritinae (Diptera Tephritidae) and their phylogenetic relationships: proposal of ‘Candidatus Stammerula tephritidis’*. - *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 58: 1277-1287.
- MORETTI C., HOSNI T., VANDEMEULEBROECKE K., BRADY C., DE VOS P., BUONAURO R., CLEENWERCK I., 2011 – *Erwinia oleae sp. nov., isolated from olive knots caused by Pseudomonas savastanoi pv. savastanoi*. - *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 61: 2745-2752.
- NARDI F., CARAPELLI A., BOORE J.L., RODERICK G.K., DALLAI R., FRATI F., 2010 – *Domestication of olive fly through a multi-regional host shift to cultivated olives: Comparative dating using complete mitochondrial genomes*. - *Mol. Phylogenet. Evol.*, 57: 678-686.
- OTEROS J., 2014 – *Modelización del ciclo fenológico reproductor del olivo* (Tesi di Dottorato). University of Córdoba, Córdoba, Spain.
- PETRI L., 1909 – *Ricerche sopra i batteri intestinali della Mosca olearia*. Memorie della Regia Stazione di Patologia vegetale, pp. 1-129.
- PISCEDDA A., GIROLAMI V., 2005 – *Ghiandola faringea e produzione di agglomerati membranosi nei tefritidi: prima quantificazione in Bactrocera oleae (Gmelin)*. *Proceedings XX Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*. Perugia 13-18 Giugno, pp. 50.
- SACCHETTI P., GRANCHIETTI A., LANDINI S., VITI C., GIOVANETTI L., BELCARI A., 2008 – *Relationships between the olive fly and bacteria*. - *J. Appl. Entom.*, 132: 682-689.
- SAVIO C., MAZZON L., MARTINEZ-SAÑUDO I., SIMONATO M., SQUARTINI A., GIROLAMI V., 2012 – *Evidence of two lineages of the symbiont ‘Candidatus Erwinia dadicola’ in Italian populations of Bactrocera oleae (Rossi) based on*

- 16S rRNA gene sequences*. - Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 62: 179-187.
- SILVA F.J., MORET A., NEEF A., BELDA E., 2008 – *Bacterial microbiota associated with a Bactrocera oleae population from eastern Spain*. In: First Meeting of TEAM, Palma de Mallorca 7–8th April, abstract book, vol. 15. Ed. by M.A. Miranda-Chueca. Mallorca: Universitat de les Illes Balears.
- SILVESTRI F., 1916 – *Prima notizia sulla presenza della mosca delle olive e di un parassita di essa in India*. - Rend. Accad. Naz. Lincei 25, 424.
- VIALE E., 2014 – *Symbiotic bacteria inhabiting tephritid flies: a worldwide specific interaction*. Tesi di Dottorato. Università degli Studi di Padova.
- VIALE E., MARTINEZ-SAÑUDO I., BROWN J.M., SIMONATO M., GIROLAMI V., SQUARTINI A., BRESSAN A., FACCOLI M., MAZZON L., 2015 – *Pattern of association between endemic Hawaiian fruit flies (Diptera, Tephritidae) and their symbiotic bacteria: Evidence of cospeciation events and proposal of “Candidatus Stammerula trupaneae”*. - Mol. Phylogenet. Evol., 90: 67-79.
- WALERON M., WALERON K., PODHAJSKA A.J., ŁOJKOWSKA E., 2002 – *Genotyping of bacteria belonging to the former Erwinia genus by PCR-RFLP analysis of a recA gene fragment*. - Microbiology, 148: 583-595.

LE SIMBIOSI BATTERICHE NELLA MOSCA DELLE OLIVE, *BACTROCERA OLEAE*: DALLA RICERCA DI BASE ALLO SVILUPPO DI NUOVE STRATEGIE DI CONTROLLO

PATRIZIA SACCHETTI (*) - ANNA LISCIA (**) - ROBERTA PASTORELLI (***) - GAIA BIGIOTTI (*)
ROBERTO GUIDI (*) - ANTONIO BELCARI (*)

(*) Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Università di Firenze; e-mail: patrizia.sacchetti@unifi.it

(**) Dipartimento di Scienze Biomediche, Università di Cagliari

(***) Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia (CREA-ABP), Firenze.

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Recenti acquisizioni per il controllo sostenibile di *Bactrocera oleae*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 19 febbraio 2016.

Bacterial symbioses in the olive fruit fly, Bactrocera oleae: from basic research to new control strategies development

Recent and previous studies have shown that the olive fly, *Bactrocera oleae* houses in the alimentary canal a symbiotic bacterial community such as *Candidatus* Erwinia dacicola, and other bacterial species that are acquired by the fly as food source. In this paper we report the results of a research on the effects of probiotic diets on some physiological parameters of *B. oleae* reared on artificial substrate. Further, the study of the complex relationships that the fly establishes with phylloplane bacteria has allowed us to develop an attractant, obtained from an epiphytic bacterium, that showed a marked attractiveness towards females of *B. oleae*. The subsequent isolation and identification of volatile compounds emitted from bacterial filtrate, enabled a first and positive assessment in behavioral and electrophysiological bioassays, that open perspectives for the development of new attractants as possible tools in control strategies based on attract and kill techniques in area-wide olive systems.

KEY WORDS: probiotic diets, longevity, fecundity, attractants, bacterial VOCs

PREMESSA

La mosca delle olive, *Bactrocera oleae* presenta due tipi di simbiosi con i batteri: una più stretta, legata alla presenza di *Candidatus* Erwinia dacicola (CAPUZZO *et al.*, 2005; SACCHETTI *et al.*, 2008) la cui presenza in tratti specializzati del canale alimentare assicura la sopravvivenza delle giovani larve nelle drupe in via di maturazione, e una simbiosi occasionale, con specie batteriche ubiquitarie di cui la mosca si ciba sul filloplano dell'olivo. La presenza pressoché costante di *Ca. Erwinia dacicola* nelle mosche selvagge è stata evidenziata in molti areali olivicoli del mondo (ESTES *et al.*, 2009; BEN-YOSEF *et al.*, 2010; ESTES *et al.*, 2012a), mentre nelle colonie di laboratorio la specie non riesce a sopravvivere a causa degli antibiotici e antifungini presenti nella dieta artificiale. Nonostante non si possano quantificare gli effetti della presenza batterica sugli adulti della mosca, paragonando sia la durata della vita delle mosche selvagge rispetto a quelle di laboratorio come anche la fecondità, si può affermare che il batterio permetta alle mosche di metabolizzare fonti azotate altrimenti non disponibili e, di conseguenza, abbia ripercus-

sioni benefiche sulla fitness degli adulti (BEN-YOSEF *et al.*, 2014). La possibilità di allevare il dittero in assenza di antibiotici (REMPOULAKIS *et al.*, 2014) ha reso ipotizzabile il trasferimento del batterio simbiote dalle popolazioni selvagge ai ceppi di laboratorio, allevati su dieta artificiale. In attesa di sviluppare ricerche finalizzate al trasferimento di *Ca. Erwinia dacicola*, si è pensato di somministrare alle colonie di laboratorio una dieta a base di batteri definita "probiotico" e valutarne gli effetti su alcuni parametri fisiologici del dittero.

Per quanto concerne le simbiosi temporanee che la mosca instaura con i batteri epifiti, si ipotizza che i batteri emettendo sostanze odorose siano in grado di attrarre gli adulti verso questa sorgente trofica. Precedenti osservazioni hanno dimostrato che la Pseudomonadacea *Pseudomonas putida* (BELCARI *et al.*, 2003; SACCHETTI *et al.*, 2008) è una specie batterica ricorrente nel canale alimentare di individui selvaggi e sul filloplano dell'olivo. Su queste basi, si è ipotizzato che gli adulti di *B. oleae* si nutrano di specie batteriche, analogamente a quanto è stato dimostrato in passato per le specie tropicali appartenenti al genere *Bactrocera* (DREW e LLOYD, 1989; VIJAYSEGARAN *et al.*, 1997).

Il batterio *P. putida* è stato quindi isolato da un adulto di *B. oleae* ed è stato coltivato su substrato artificiale per ottenere un “filtrato batterico”, da impiegare come attrattivo degli adulti. Nel presente lavoro si riportano risultati ottenuti in laboratorio riguardanti la possibilità di trasferire il batterio simbiote, unitamente alla valutazione degli effetti delle diete probiotiche sugli adulti della mosca. Inoltre, vengono riportati i risultati di prove effettuate in campo per la valutazione dell’attrazione del filtrato batterico nei confronti degli adulti di *B. oleae*, unitamente a indagini comportamentali, elettrofisiologiche e morfologiche.

EFFETTO DI DIETE PROBIOTICHE SULLA FITNESS DEGLI ADULTI

Sono state condotte prove di laboratorio su una colonia di mosche delle olive allevata in condizioni artificiali per valutare l’eventuale effetto di batteri somministrati con la dieta, sulla fisiologia e, in modo particolare, sulla longevità e sulla fecondità (SACCHETTI *et al.*, 2014). Le prove sono state condotte su gruppi omogenei di adulti mantenuti in condizioni standard di laboratorio. Le mosche sono state alimentate per tutta la durata della loro vita con solo zucchero o con zucchero con l’aggiunta di batteri, con la dieta standard o con la dieta standard addizionata del probiotico. Per quanto concerne la longevità degli adulti, effetti negativi del probiotico si sono evidenziati a carico dei maschi, mentre verso le femmine l’aggiunta di batteri ai differenti tipi di dieta non ha determinato alcun cambiamento (tab. 1). La fecondità, al contrario, sembra essere notevolmente influenzata dall’aggiunta del probiotico, che ha determinato un aumento medio del numero di uova deposte, specialmente nelle femmine alimentate con zucchero.

Ulteriori esperimenti sono stati poi condotti, con diete probiotiche contenenti batteri vivi o uccisi col calore, utilizzando *P. putida* e *Acetobacter tropicalis*, quest’ultimo in particolare è stato indicato come il principale simbiote della mosca delle olive (KOUNATIDIS *et al.*, 2009). Anche in questo caso, le diete addizionate con batteri sia vivi sia uccisi dal calore non hanno

mostrato effetti evidenti sulla longevità degli adulti (Fig. 1). Le mosche alimentate con la dieta completa, in generale, sono vissute più a lungo e la riduzione del 50% della popolazione è stata osservata dopo 13 giorni, mentre negli altri trattamenti il dimezzamento degli adulti è avvenuto 3-4 giorni prima. Inoltre bisogna rimarcare l’effetto decisamente negativo causato dall’aggiunta del probiotico *A. tropicalis* sotto forma di colonie vive, che ha aumentato la mortalità delle mosche. Occorre tuttavia sottolineare che il parametro longevità non è così determinante per il successo degli allevamenti, infatti, la vita media degli adulti di *B. oleae* è molto più breve in confronto alle mosche selvatiche e la fecondità massima si verifica tra l’ottavo e il decimo giorno di vita (REMPOULAKIS *et al.*, 2014).

In effetti, osservando i risultati ottenuti nella valutazione della fecondità (Fig. 2), il picco di deposizione delle uova con la dieta completa è stato registrato intorno al decimo giorno, mentre nelle tisi con i probiotici il numero medio di uova per femmina è ridotto e decresce sensibilmente durante il periodo di osservazione.

Questi risultati sembrano in contrapposizione con quanto osservato in precedenza, tuttavia sono stati osservati effetti diversi a seconda del periodo in cui sono state condotte le prove, pertanto occorrerà indagare ulteriormente questi aspetti. Le osservazioni condotte, comunque permettono di escludere che *A. tropicalis* possa essere impiegato nelle diete probiotiche e rinforzano la motivazione di approfondire la ricerca sulle possibilità di trasferire *Ca. E. dacicola* ai ceppi di laboratorio.

IL FILTRATO BATTERICO E L’ATTRAZIONE VERSO GLI ADULTI DELLA MOSCA

In una ricerca condotta anni fa furono isolate, nel canale alimentare della mosca delle olive, numerose specie batteriche appartenenti alle famiglie delle Enterobacteriacee e Pseudomonadacee (BELCARI *et al.*, 2003). La mosca si nutre di questi batteri presenti sul filloplano (SACCHETTI *et al.*, 2008) ed è stato dimostrato come la mosca sia attratta dalle sostanze volatili emesse da un filtrato batterico (SACCHETTI *et al.*, 2007) (Fig. 3). Lo stesso filtrato batterico è stato ottenuto dalla crescita su substrato di cultura di *P. putida*, la stessa specie somministrata agli insetti adulti (vedi quanto sopra discusso). Questa specie batterica è stata isolata più volte nelle mosche selvatiche e nel filloplano per cui si è ipotizzato che fosse una delle specie di cui la mosca si nutre in natura. Prove più recenti volte a dimostrare l’attrazione del filtrato batterico nei confronti degli adulti di *B. oleae* lo confermano come una fonte di nuove sostanze vola-

Tab. 1 – Effetti sulla longevità e sulla fecondità di *B. oleae* di diete addizionate di probiotici a base di *P. putida* in confronto a solo zucchero e dieta completa.

tipo di dieta	probiotico	effetti sulla longevità		effetti sulla fecondità
		maschi	femmine	femmine
zucchero	no	-	=	=
	sì	-	=	+
dieta completa	no	+	+	+
	sì	+	=	+

Fig.1 – Effetto sulla longevità di *B. oleae* di diete addizionate di probiotici a base di colonie di *Acetobacter tropicalis* o *Pseudomonas putida* vive o uccise col calore, in confronto a solo zucchero e dieta completa.

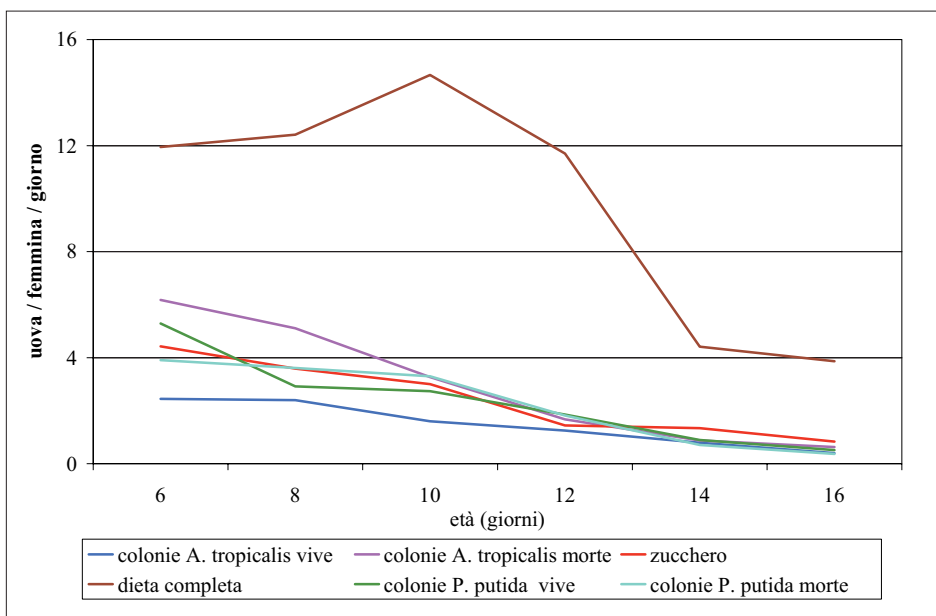
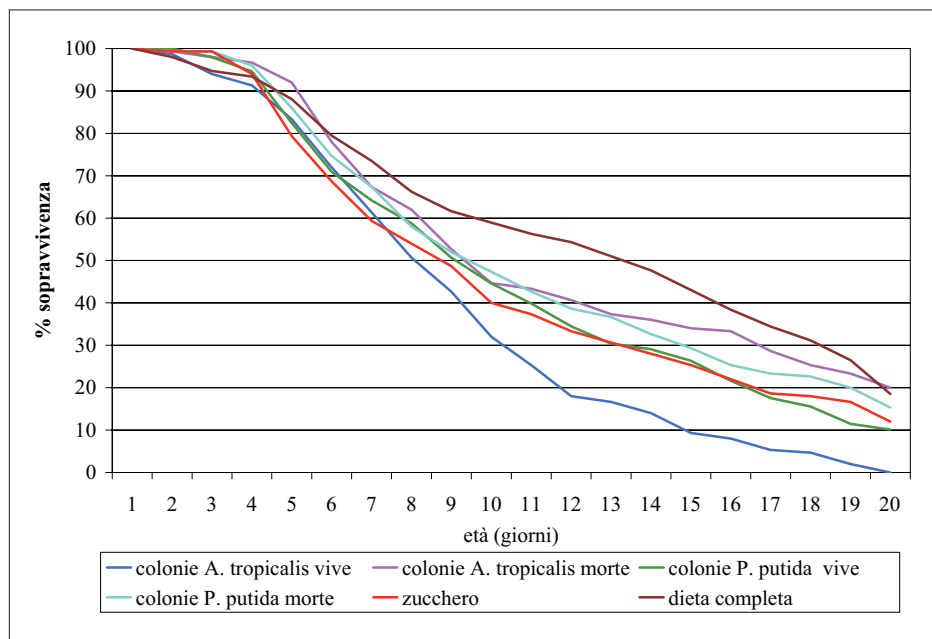
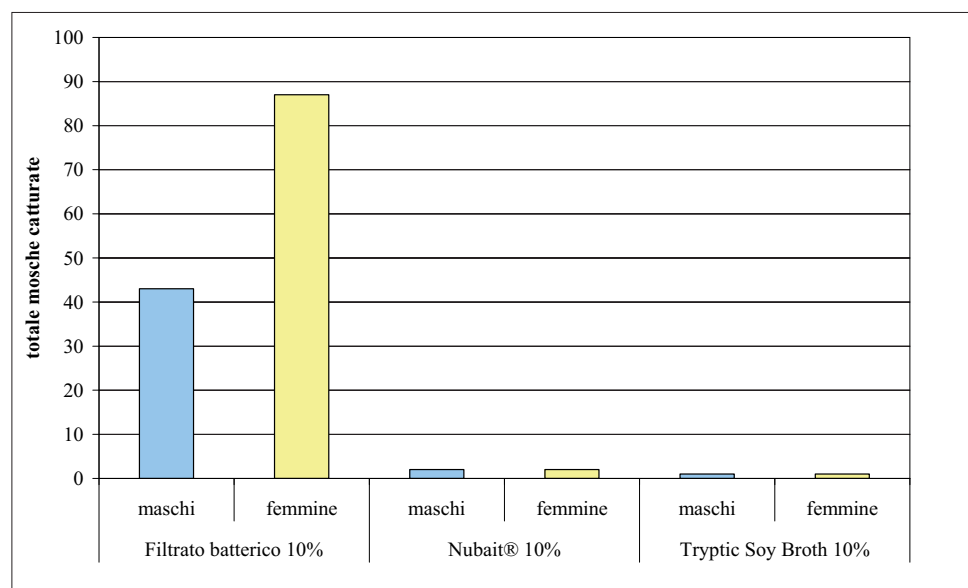


Fig. 2 – Effetto sulla fecondità di *B. oleae* di diete addizionate di probiotici a base di colonie di *A. tropicalis* o *P. putida* vive o uccise col calore, in confronto a solo zucchero e dieta completa.

Fig. 3 – Maschi e femmine di *B. oleae* catturati in totale in trappole innescate con filtrato di *P. putida*, substrato di crescita (TSB) ed esca Nubait® alla stessa concentrazione del 10% (trappole esposte per un giorno, 9 repliche).



tili, attrattive soprattutto nei confronti delle femmine (Fig. 4).

Le sostanze volatili emesse dal filtrato batterico sono state poi oggetto di una indagine condotta mediante gascromatografia. Le analisi del filtrato batterico, comparate con il substrato di crescita del batterio (Trypone Soy Broth - TSB), hanno evidenziato differenze nella presenza di alcuni composti, soprattutto contenenti zolfo, riconducibili fondamentalmente all'attività del batterio. Durante la ricerca si è valutato anche l'eventuale potere attrattivo di alcune di queste sostanze nei confronti degli adulti della mosca. A tale scopo, sono state effettuate indagini comportamentali e elettrofisiologiche su mosche esposte a differenti tipi di sostanze volatili quali: il filtrato batterico e alcuni composti di origine batterica come il metil tiolacetato (LISCIA *et al.*, 2013). I biosaggi comportamentali e le analisi elettrofisiologiche hanno dimostrato come tali odori producano risposte positive negli adulti di mosca. Infatti, i biosaggi condotti in tunnel del vento hanno evidenziato una pronunciata risposta verso il filtrato batterico rispetto al sub-

strato di crescita, in entrambi i sessi; allo stesso modo, i test elettrofisiologici hanno messo in evidenza che il filtrato batterico produce risposte elettroantennografiche (EAG) soprattutto nelle femmine e nei maschi accoppiati. Infine, è stata condotta anche un'indagine elettrofisiologica sui palpi delle mosche che, sorprendentemente, ha dimostrato una correlazione diretta dose-risposta a diverse sostanze volatili e in particolar modo al metil tiolacetato che, come già detto, è un componente presente nel filtrato batterico prodotto dall'attività metabolica di *P. putida*. Indagini condotte sulla morfologia antennale di *B. oleae* hanno poi messo in evidenza come nel flagello siano presenti quattro tipi di sensilli: tricoidi, basiconici corti, clavati e di tipo "grooved" cioè con la parete cuticolare solcata da formazioni digitiformi (Fig. 5). Tutte le tipologie di sensillo individuate presentano la superficie porosa, che come noto è correlabile con una funzione chemorecettiva olfattoria. Nei palpi mascellari si è evidenziata la presenza di sensilli basiconici multipori (Fig. 6) che giustifica la risposta olfattiva a dosi crescenti di metil tiolacetato.

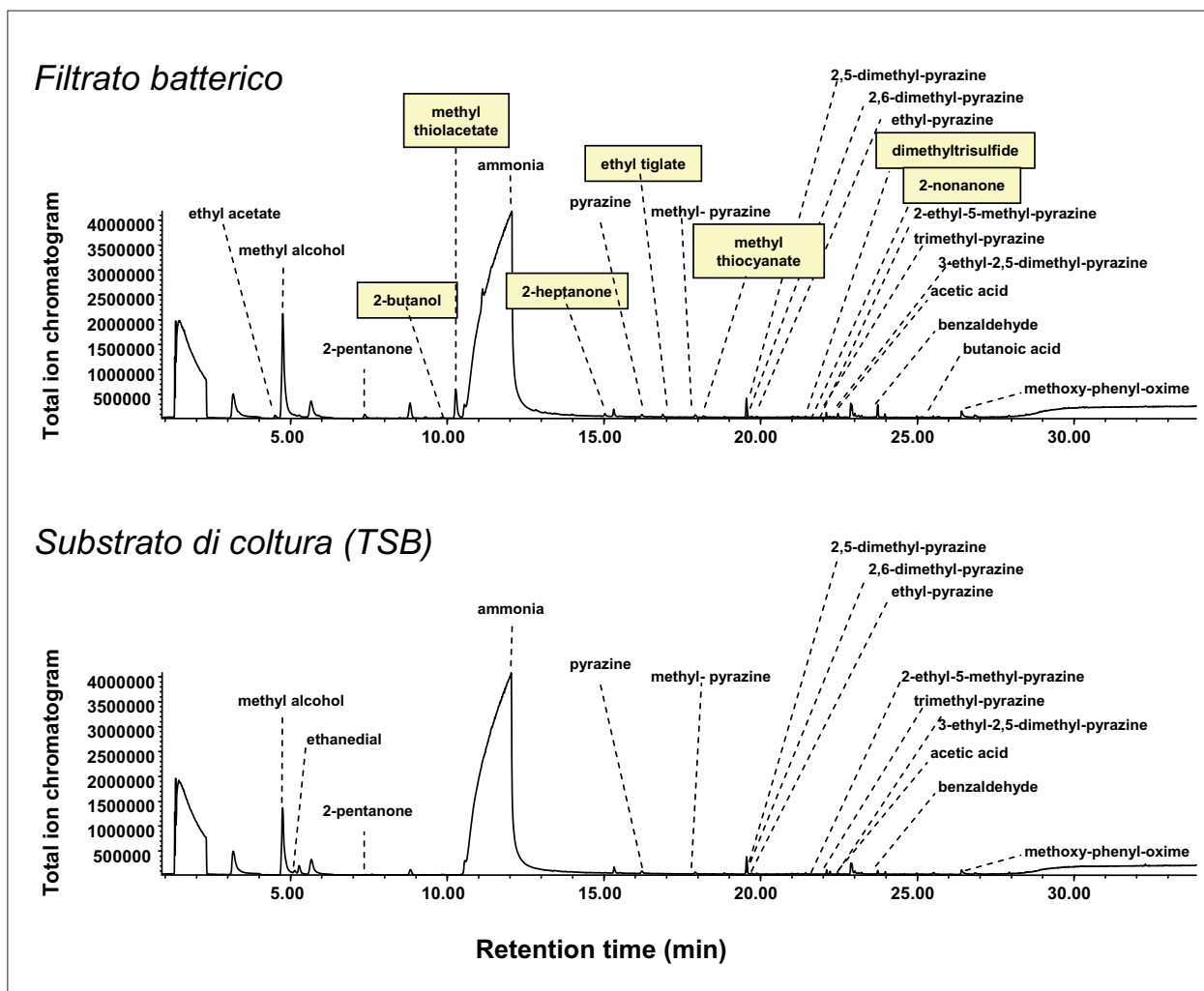


Fig. 4 – Cromatogrammi delle sostanze volatili identificate nello spazio di testa del filtrato di *P. putida* e del substrato di crescita (TSB). Sono evidenziati i composti derivanti dal metabolismo batterico.

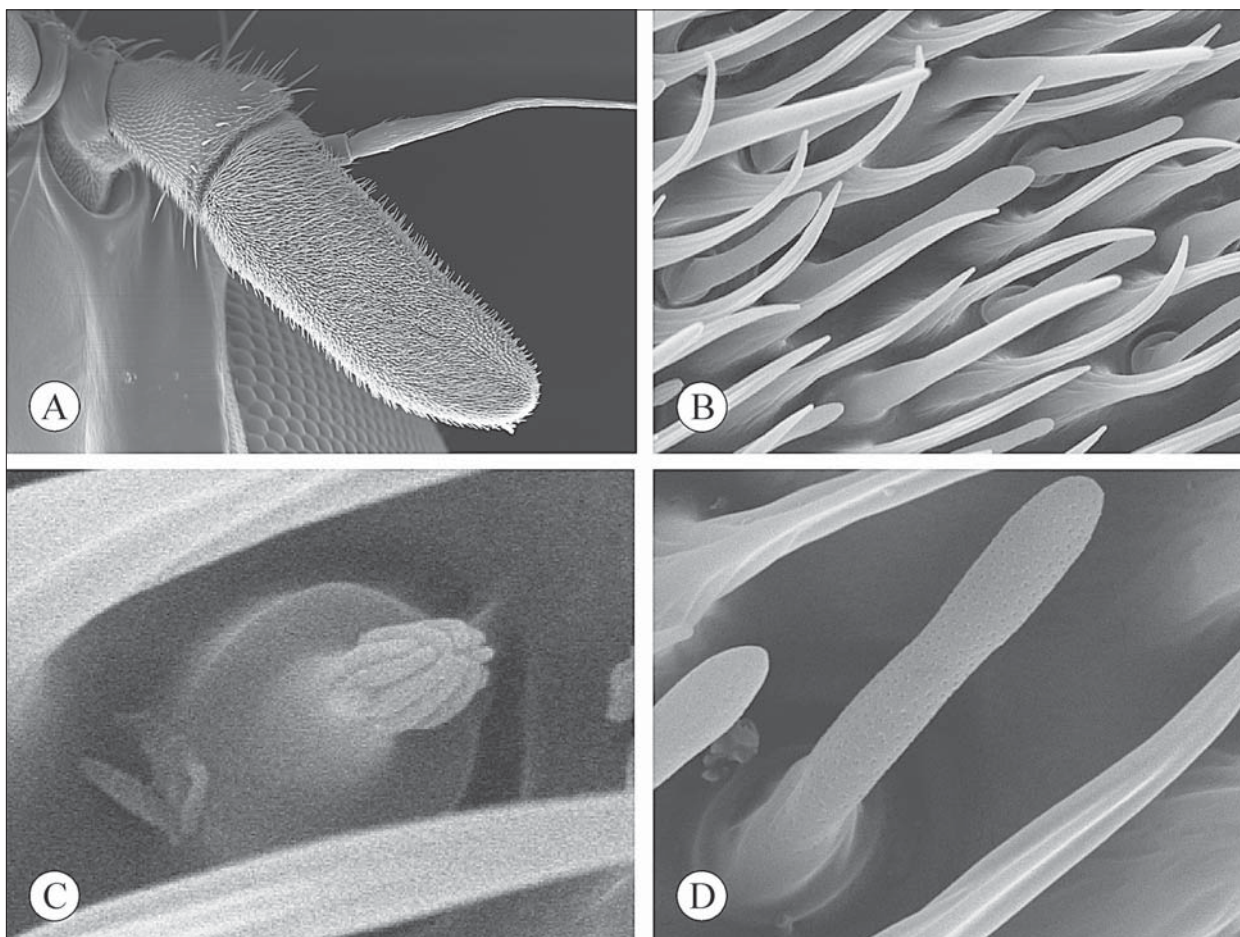


Fig. 5 – Foto al microscopio elettronico a scansione delle antenne di *B. oleae*: antenna in toto (A); ingrandimento del funicolo con i diversi tipi di sensillo tricoide, basiconico e clavato (B); sensillo multiporo con formazioni cuticolari digitiformi (grooved) (C); sensillo basiconico multiporo a forte ingrandimento (D).

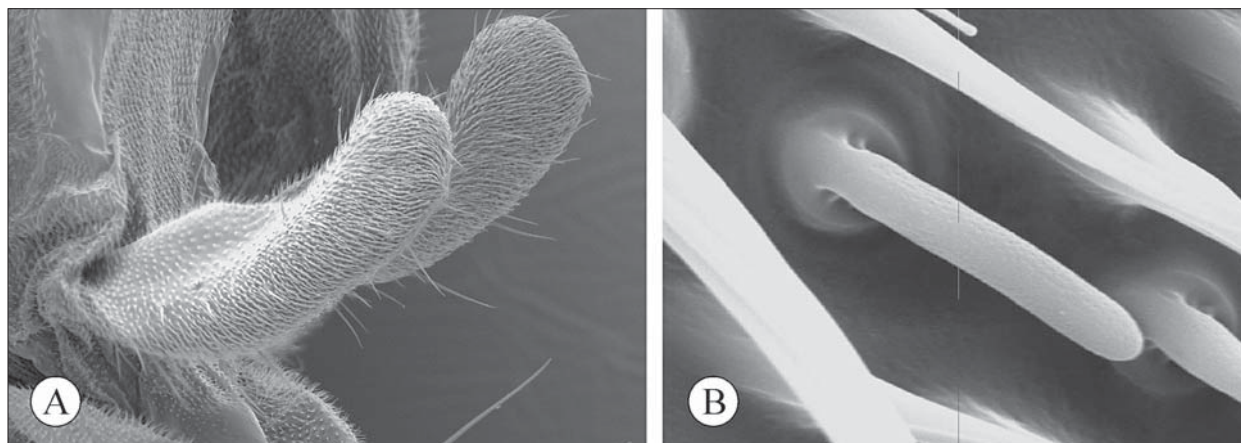


Fig. 6 – Foto al microscopio elettronico a scansione dei palpi di *B. oleae*: palpi in toto (A) e sensillo basiconico multiporo (B).

CONCLUSIONI

Man mano che le conoscenze sull'ecologia microbica della mosca delle olive aumentano, si delineano sempre più nuovi campi di indagine e nuovi spunti per l'applicazione di strategie di lotta più efficaci e rispettose dell'ambiente. La possibilità di applicare la tecnica SIT (Sterile Insect Technique) nei confronti

di *B. oleae* passa necessariamente, in una prima fase, attraverso l'ottimizzazione delle tecniche di allevamento (ESTES *et al.*, 2012b). La possibilità di aumentare la fitness degli adulti e degli stadi giovanili costituisce uno degli obiettivi prioritari per la produzione massiva degli adulti destinati alla sterilizzazione. Per questo, l'uso di sostanze probiotiche unitamente alla possibilità di trasferire *Ca. Erwinia*

dacicola alle popolazioni allevate su diete artificiali, può sicuramente garantire dei miglioramenti negli allevamenti in termini di maggiore produzione di uova e aumento della longevità degli adulti, determinando così ripercussioni positive in termini di abbassamento dei costi di produzione. La ricerca in questo campo attende ancora tuttavia di essere perfezionata.

Per quanto concerne l'aspetto relativo alla messa a punto di nuovi attrattivi basati su sostanze volatili di origine batterica, occorrerà in seguito valutare i composti presenti nel filtrato batterico che hanno dimostrato un forte potere attrattivo in laboratorio e testarli quindi in campo. Se le risposte, in termini di catture di femmine e di maschi, saranno paragonabili o superiori agli attrattivi attualmente disponibili (sali di ammonio) tali sostanze potranno esser usate per potenziare i dispositivi commerciali oggi in uso per migliorare l'efficacia delle tecniche "attract and kill" che, come noto, rivestono un notevole interesse per il loro scarso impatto ambientale in una moderna gestione biologica e integrata dell'agroecosistema olivo.

RIASSUNTO

Ricerche condotte in passato e indagini più recenti hanno dimostrato che la mosca delle olive ospita nel canale alimentare un batterio simbiote, *Candidatus Erwinia dacicola*, e altre specie batteriche che vengono acquisite dall'ambiente esterno come fonte di cibo.

In questo articolo si riferiscono i risultati di una ricerca volta a valutare gli effetti di diete probiotiche su alcuni parametri fisiologici di adulti di *B. oleae* allevati su un substrato artificiale. L'aggiunta di un probiotico a base del batterio *Pseudomonas putida* ha prodotto effetti negativi sulla longevità dei maschi, mentre ha incrementato la fecondità delle femmine. Successivamente, somministrando diete addizionate con batteri, vivi o uccisi con trattamento termico, non sono stati osservati effetti positivi sulla longevità degli adulti anzi, l'aggiunta del batterio *Acetobacter tropicalis* sotto forma di colonie vive, ha determinato un aumento della loro mortalità.

Altre ricerche, condotte sulle relazioni tra la mosca delle olive e i batteri epifiti, hanno permesso di sviluppare, a partire da *P. putida*, un filtrato batterico che ha indotto una marcata risposta verso le femmine di *B. oleae*. Biosaggi comportamentali hanno evidenziato come le sostanze volatili emesse dal filtrato batterico producano risposte positive negli adulti della mosca delle olive. Infine, sono state condotte indagini morfologiche ed elettrofisiologiche che hanno permesso l'identificazione di sensilli, presenti sulle antenne e sui palpi di *B. oleae*, coinvolti nelle risposte elettrofisiologiche ad alcuni composti di origine batterica, tra cui il metil tiolacetato, che ha indotto una risposta a dose crescente. La scoperta di nuove sostanze attrattive apre nuove prospettive per lo sviluppo di strategie di controllo della mosca delle olive, basate sulle tecniche attract and kill, efficaci a livello territoriale.

BIBLIOGRAFIA

BELCARI A., SACCHETTI P., MARCHI G., SURICO G., 2003 – *La mosca delle olive e la simbiosi batterica*. Inf. Fitopatol., 53: 55-59.

- BEN-YOSEF M., AHARON Y., JURKEVITCH E., YUVAL B., 2010 – *Give us the tools and we will do the job: symbiotic bacteria affect olive fly fitness in a diet-dependent fashion*. - P. Roy. Soc. B-Biol. Sci., 277: 1545-1552.
- BEN-YOSEF M., PASTERNAK Z., JURKEVITCH E., YUVAL B., 2014 – *Symbiotic bacteria enable olive flies (Bactrocera oleae) to exploit intractable sources of nitrogen*. - J. Evolution. Biol., 27: 2695-2705.
- CAPUZZO C., FIRRAO G., MAZZON L., SQUARTINI A., GIROLAMI V., 2005 – *Candidatus Erwinia dacicola*, a coevolved symbiotic bacterium of the olive fly Bactrocera oleae (Gmelin). - Int. J. Syst. Evol. Micr., 55: 1641-1647.
- DREW R.A.I., LLOYD A.C., 1989 – *Bacteria associated with fruit flies and their host plants*. In: Fruit Flies their biology, natural enemies and control, World Crop Pest, Robinson A.S. & Hooper G. eds., Elsevier, Amsterdam, 3A: 131-140.
- ESTES A.M., HEARN D.J., BRONSTEIN J.L., PIERSON E.A., 2009 – *The olive fly endosymbiont, "Candidatus Erwinia dacicola" switches from an intracellular existence to an extracellular existence during host insect development*. - Appl. Environ. Microb., 75(22): 7097-7106.
- ESTES A.M., HEARN D.J., BURRACK H.J., REMPOULAKIS P., PIERSON E.A., 2012a – *Prevalence of Candidatus Erwinia dacicola in wild and laboratory olive fruit fly populations and across developmental stages*. - Environ. Entomol., 41, 265-274.
- ESTES A.M., NESTEL D., BELCARI A., JESSUP A., REMPOULAKIS P., ECONOMOPOULOS A.P., 2012b – *A basis for the renewal of sterile insect technique for the olive fly, Bactrocera oleae (Rossi)*. - J. Appl. Entomol., 136, 1-16.
- KOUNATIDIS I., CROTTI E., SAPOUNTZIS P., SACCHI L., RIZZI A., CHOUAIA B., BANDI C., ALMA A., DAFFONCHIO D., MAVRAGANI-TSIPIDOU P., BOURTZIS K., 2009 – *Acetobacter tropicalis is a major symbiont of the olive fruit fly (Bactrocera oleae)*. - Appl. Environ. Microb., 75: 3281-3288.
- LISCIA A., ANGIONI P., SACCHETTI P., PODDIGHE S., GRANCHIETTI A., SETZU M.D., BELCARI A., 2013 – *Characterization of olfactory sensilla of the olive fly: Behavioral and electrophysiological responses to volatile organic compounds from the host plant and bacterial filtrate*. - J. Insect Physiol., 59: 705-716.
- REMPOLAKIS P., DIMOU I., CHRYSARGYRIS A., ECONOMOPOULOS A.P., 2014 – *Improving olive fruit fly Bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae) adult and larval artificial diets, microflora associated with the fly and evaluation of a transgenic olive fruit fly strain*. - Int. J. Trop. Insect Sci., 34: S114-S122.
- SACCHETTI P., GHIARDI B., GRANCHIETTI A., STEFANINI F.M., BELCARI A., 2014 – *Development of probiotic diets for the olive fly: evaluation of their effects on fly longevity and fecundity*. Ann. Appl. Biol., 164: 138-150.
- SACCHETTI P., GRANCHIETTI A., LANDINI S., VITI C., GIOVANETTI L., BELCARI A., 2008 – *Relationship between the olive fly and bacteria*. J. Appl. Entomol., 132, 682-689.
- SACCHETTI P., LANDINI S., GRANCHIETTI A., CAMÈRA A., ROSI M.C., BELCARI A., 2007 – *Attractiveness to the olive fly of Pseudomonas putida isolated from the foregut of Bactrocera oleae*. IOBC/wprs Bull. 30: 37-42.
- VIJAYSEgaran, S., WALTER, G.H., DREW R.A.I., 1997 – *Mouthpart structure, feeding mechanisms, and natural food sources of adult Bactrocera (Diptera: Tephritidae)*. Ann. Entomol. Soc. Am., 90: 184-201.

CONTENIMENTO NATURALE DI *BACTROCERA OLEAE* (ROSSI): CLIMA O PARASSITOIDI? CONFRONTO TRA WESTERN CAPE (SUD AFRICA) E SICILIA

VIRGILIO CALECA (*) - CHRISTIAN GIACALONE (*) - MATTEO MALTESE (*) - FRANCESCO TORTORICI (*)

(*) Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Viale delle scienze, Edificio 5, 90128 Palermo; email: virgilio.caleca@unipa.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Recenti acquisizioni per il controllo sostenibile di *Bactrocera oleae*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 19 febbraio 2016.

Natural environmental control of Bactrocera oleae (Rossi): climate or parasitoids? A comparison between the Western Cape of South Africa and Sicily

Bactrocera oleae (Rossi), the olive fruit fly is considered not a continuously serious pest of olive trees in the Western Cape of South Africa, in spite of the climate similar to Mediterranean areas. South African braconid parasitoids of *B. oleae* are more numerous than in Mediterranean areas, and until now their action has been considered the factor lowering the level of infestation due to the olive fruit fly, but no deep studies on its infestation levels and climatic factors influencing them were carried out in the past. Analyzing recent data on infestation levels collected in the Western Cape and Sicily, they appear similar in a regular mid-summer, differing at the end of summer-beginning of autumn, when in Sicily the climate becomes more humid than in the Western Cape. A comparison of climatic data regarding four years underlines that Somerset West and Franschhoek, in comparison with Trapani, have significantly lower minimum daily temperatures, a higher daily thermal excursion and a lower relative humidity in the last three months preceding harvesting.

Parasitization rates on *B. oleae* of Western Cape and Sicily, recorded on both cultivated and wild olives (*Olea europaea* subsp. *cuspidata* in South Africa, *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris* in Sicily) are not substantially different, confirming that in South Africa three braconids, *Utetes africanus* (Szépligeti), *Psytalia lounsburyi* (Silvestri) and *Bracon celer* (Szépligeti), are the main parasitoids, with the first one as leader in wild olives and the last one as leader in cultivated ones, while in Sicily the braconid *Psytalia concolor* (Szépligeti) is the main parasitoid in both wild and cultivated olives. Nevertheless parasitism on *B. oleae* doesn't reach effective levels of control in both regions.

The climate, instead of parasitization due to braconids, is the main environmental factor limiting the olive fruit fly infestations in the Western Cape of South Africa.

The introduction of parasitoids specific to the olive fruit fly is necessary in new invaded areas where they lack, but the attempt of providing them a more available amount of host fruits along the year, planting olive trees bearing fruits up to spring, could bring serious problems as those typical of Mediterranean areas where the European wild olive naturally grows.

KEY WORDS: olive fruit fly, braconids, relative humidity, daily thermal excursion, parasitoids alternative hosts.

INTRODUZIONE

Già dai primi anni del secolo scorso la constatazione che, in un'area a clima mite come il Western Cape del Sud Africa, le infestazioni di *Bactrocera oleae* (Rossi) erano molto minori di quelle registrate negli areali mediterranei ha suscitato molto interesse negli entomologi agrari che nel bacino del Mediterraneo cercavano di limitare le infestazioni del tefritide.

In una lettera del 1909 C.P. Lounsbury (citata da SILVESTRI, 1913) affermava che *B. oleae* era stata già riscontrata in Sud Africa sull'olivo selvatico (*Olea europaea* subsp. *cuspidata*), mentre "sui pochi olivi coltivati era passata inosservata per non aver arrecato mai alcun danno". Lo stesso SILVESTRI (1913) scriveva "molto probabilmente la poca frequenza della mosca delle olive in quella regione si deve agli insetti che la combattono. Questi fatti giustificano la spe-

ranza che, introducendo e acclimatando in Italia i parassiti africani del *Dacus oleae*, si possa riuscire ad ottenere la riduzione della mosca delle olive a quantità trascurabile".

E infatti Silvestri credendo molto in questa soluzione introdusse immediatamente numerosi parassitoidi. Dalle olive selvatiche sudafricane spedite dal Lounsbury dalla Colonia del Capo (attuale Western Cape) sfarfallarono sei diversi parassitoidi che SILVESTRI (1913) rilasciò in Calabria e Puglia dal 1910 al 1912, senza che si sia poi registrato un loro insediamento. Qualche anno dopo SILVESTRI (1914) rilasciò nell'Italia meridionale cinque parassitoidi della mosca delle olive sfarfallati da materiale proveniente dall'Eritrea, anche stavolta senza una successiva notizia di avvenuta acclimatazione.

Da allora fino ad oggi l'azione di un maggior numero di braconidi e altri parassitoidi della mosca delle olive

in Sud Africa è stata ancora considerata una logica spiegazione dei bassi livelli d'infestazione del dittero registrati in quest'area (NEUENSCHWANDER, 1982; MONACO, 1976; MKIZE *et al.*, 2008). Anche le recenti rivisitazioni bibliografiche sugli insetti potenzialmente dannosi all'olivo in Sud Africa considerano la mosca delle olive un insetto non particolarmente dannoso, ad esclusione delle aree più umide, legando ciò alla positiva influenza dell'intenso controllo biologico dovuto ai parassitoidi (ANNECKE e MORAN, 1982; COSTA, 1998; ADDISON *et al.*, 2015).

Tra gli entomologi mediterranei, e anche americani, è diffusa la convinzione che i più efficaci nemici naturali della mosca delle olive, soprattutto braconidi, siano proprio in Sud Africa, e più in generale nell'Africa sub-sahariana.

Infatti, all'arrivo della mosca delle olive in California, considerata la mancanza di efficaci agenti di controllo biologico locali, sono stati iniziati programmi di controllo biologico classico che hanno poi visto il rilascio di *Psytalia humilis* (Silvestri) [inizialmente identificata come *P. concolor* (Szépligeti)] o *P. cf. concolor*, descritta da Silvestri da esemplari raccolti su *Ceratitis capitata* (Wiedemann)] proveniente da Namibia e Kenia, e di *Psytalia lounsburyi* (Silvestri), proveniente da Kenia e Sud Africa (DAANE *et al.*, 2008; YOKOYAMA *et al.*, 2008; DAANE *et al.*, 2015).

Appare sorprendente che le radicate convinzioni che hanno portato a tali scelte, siano basate su ipotesi simili a quelle che aveva Silvestri nei primi decenni del secolo scorso, e che non siano suffragate da adeguati studi, né recenti né del passato, relativi all'olivo coltivato in Sud Africa, e mirati all'incidenza delle infestazioni di *B. oleae*, alla sua parassitizzazione, e ai fattori climatici di quella regione condizionanti lo sviluppo della mosca.

In questo lavoro bibliografico si sono confrontati dati relativi ad aree olivicole del Western Cape con quelli di aree con ricorrenti e intense infestazioni delle zone costiere della Sicilia, cercando di rispondere alle seguenti domande:

- I livelli d'infestazione di *B. oleae* su olivo coltivato in Western Cape e Sicilia sono molto differenti?
- Il clima delle due regioni è davvero così simile da lasciar presumere condizioni favorevoli alla mosca in entrambe le aree?
- Il livello di parassitizzazione di *B. oleae* è così differente tra Western Cape e Sicilia?

LIVELLI D'INFESTAZIONE DI *BACTROCERA OLEAE* NEL WESTERN CAPE E IN SICILIA, E CONFRONTO CLIMATICO

Alcuni dati sull'infestazione di *B. oleae* su olivo coltivato nel Western Cape si possono ricavare da

NEUENSCHWANDER (1982) che in sette località, a fine marzo-inizio aprile (corrispondenti ai nostri fine settembre-inizio ottobre) registrò livelli d'infestazione totale dal 5,5 al 35% (media 18,4%).

GIACALONE (2011) in otto oliveti non trattati di tre località del Western Cape (Somerset West, Franschhoek, Wellington) ha registrato infestazioni totali di *B. oleae* da 0 a 9% (media 3,2%) nel 2009, e dal 3 al 10% (media 6,3%) nel 2010.

Confrontando i parametri climatici più influenti sulle popolazioni di *B. oleae* (temperatura e umidità relativa dell'aria) e le relative infestazioni tra i differenti siti, si nota che i due siti del Western Cape (Somerset West e Franschhoek) in entrambi gli anni manifestano simile andamento climatico e simili livelli d'infestazione, mentre il confronto tra il sito di Trapani e i due siti sudafricani evidenzia in questi ultimi una maggiore escursione termica giornaliera, dovuta soprattutto a minori temperature minime, alte temperature nella prima decade di marzo (corrispondente al nostro settembre) e una minore umidità relativa in marzo, aprile e maggio (corrispondenti ai nostri settembre, ottobre e novembre). Questi fattori climatici mantengono le condizioni climatiche poco favorevoli alla crescita delle popolazioni di *B. oleae*, che si mantiene sotto il 10% d'infestazione totale, mentre a Trapani in entrambi gli anni raggiunge l'80% (Fig. 1). Tali differenze climatiche si registrano anche confrontando i dati dei tre siti relativi al periodo che va dal 2007 al 2010; le temperature massime dei tre siti non mostrano differenze statisticamente significative, mentre tali differenze si evidenziano tra le temperature minime, l'umidità relativa (Fig. 2) e l'escursione termica giornaliera (Fig. 3).

Che i parametri climatici giocano un ruolo fondamentale è dimostrato dalla minore infestazione (40%) registrata nello stesso sito di Trapani nel 2008, rispetto all'80% del 2009, a seguito delle alte temperature registrate nella prima decade di settembre e le minori piogge di settembre e ottobre.

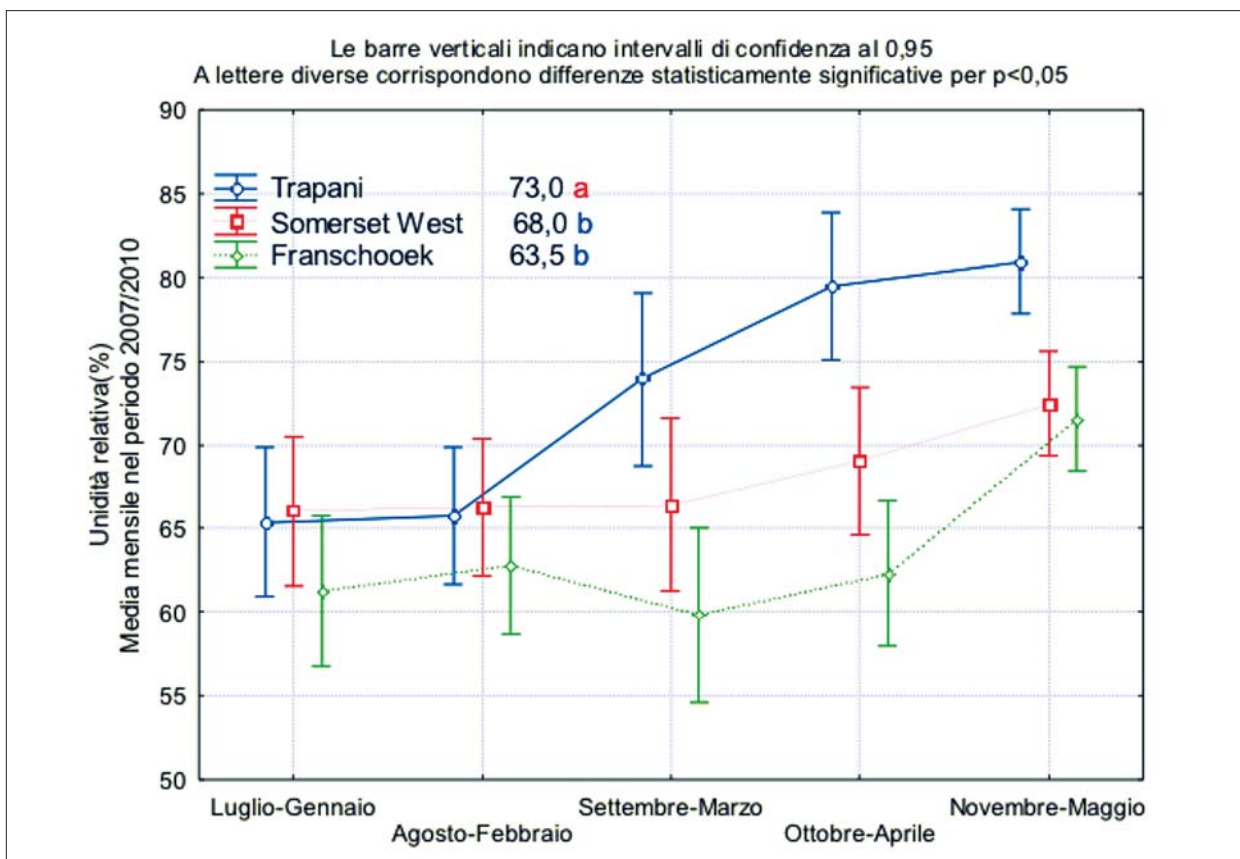
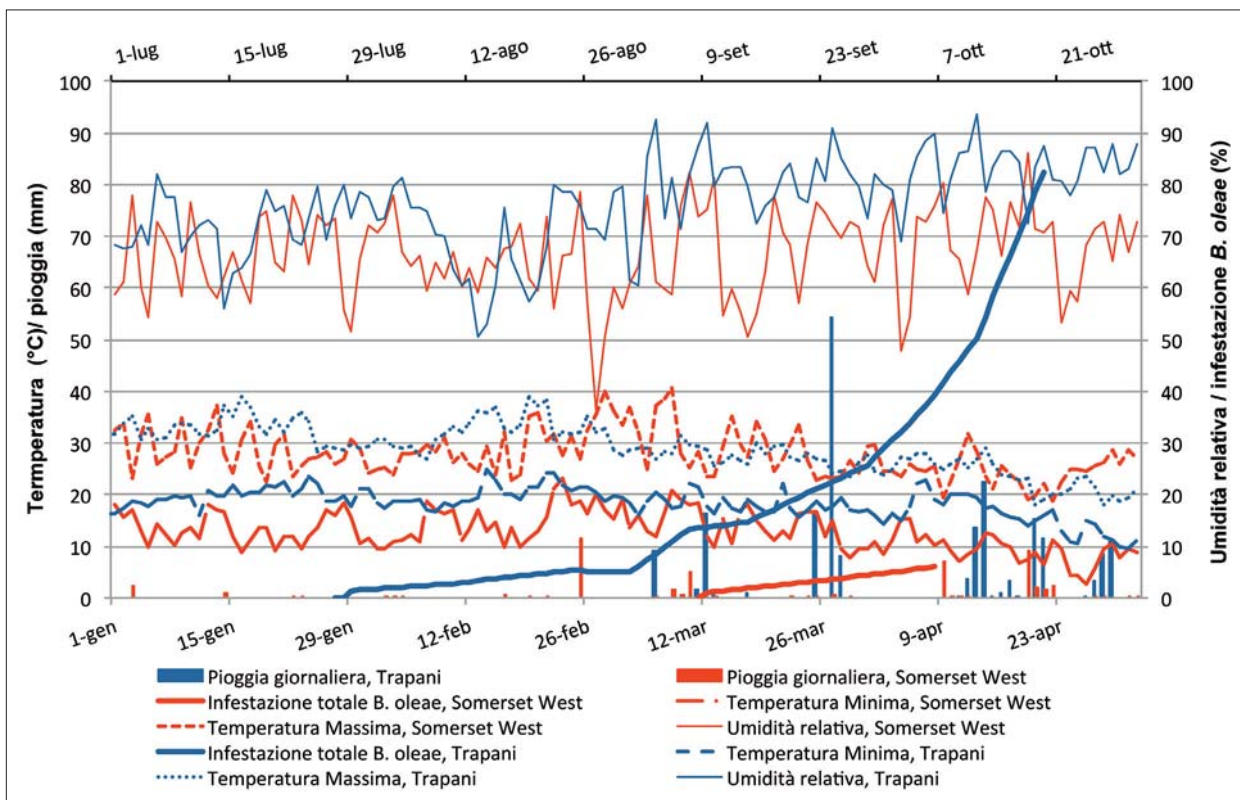
PARASSITOIDI DI *B. OLEAE* E LORO LIVELLO DI PARASSITIZZAZIONE IN SUD AFRICA E SICILIA

Sud Africa

Su olivo coltivato la parassitizzazione di *B. oleae* è stata studiata meno che sull'olivo selvatico africano (*Olea europaea* subsp. *cuspidata*).

Nella breve permanenza in Sud Africa SILVESTRI (1913) ottenne da olive raccolte a Wellington, non si sa se selvatiche o coltivate, più parassiti che mosche, con il braconide ectofago *Bracon celer*. (Szépligeti) dominante sugli altri.

Per il Western Cape un dato numerico sul livello di parassitizzazione sull'olivo coltivato ci viene fornito



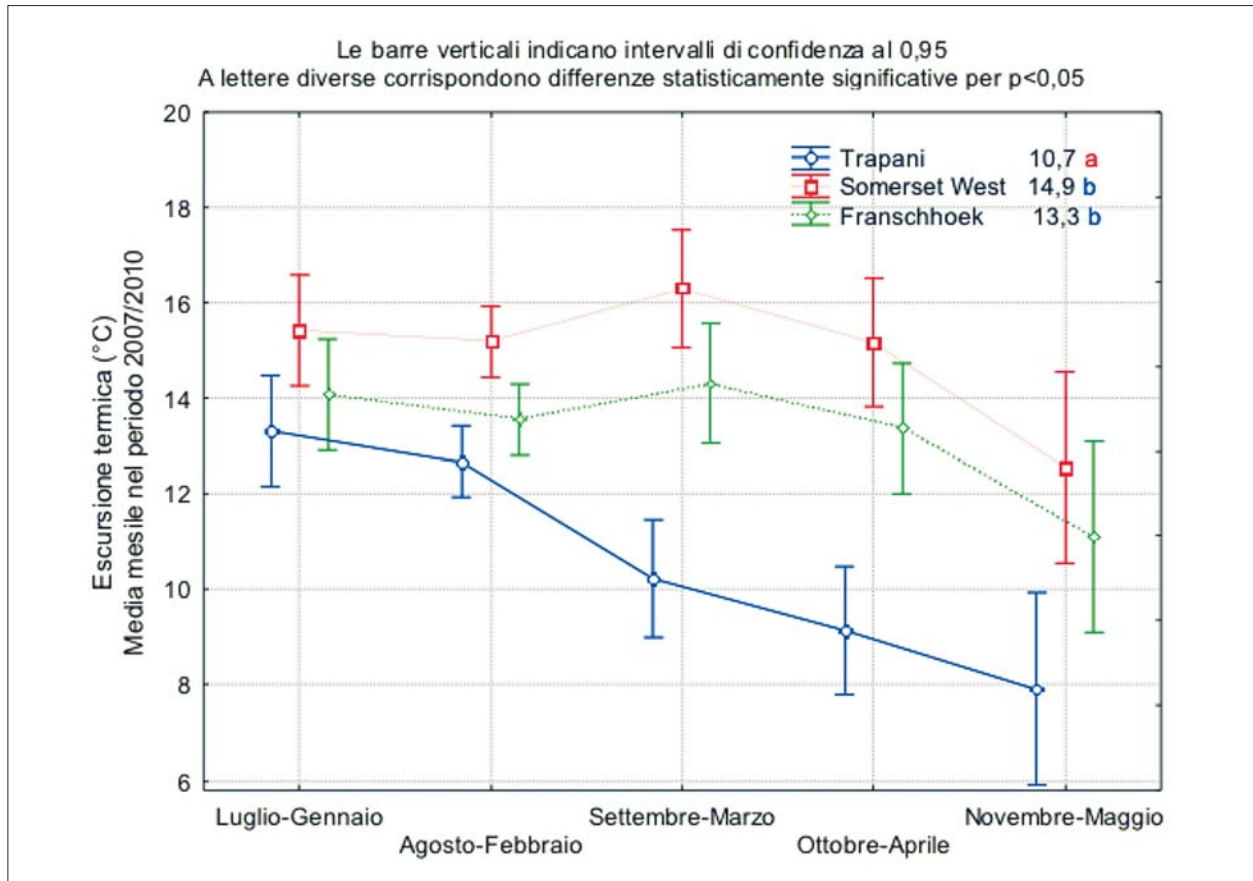


Fig. 3 – Confronto tra gli andamenti delle medie mensili dell'escursione termica giornaliera in Sicilia (Trapani) e nel Western Cape (Somerset West e Franschoek) nel periodo 2007/2010; il primo mese dell'etichetta si riferisce all'Italia, il secondo al Sud Africa (da GIACALONE, 2011).

da NEUENSCHWANDER (1982), che dissezionando le olive registra che il 52% delle larve di *B. oleae* è parassitizzato. Il parassitoide che domina incontrastato è *Bracon celer* (98% dei parassitoidi), che tra tutti i braconidi parassitoidi di *B. oleae* in Sud Africa è quello con il più lungo ovopositore (2,9 mm secondo WANG *et al.*, 2009); appena rappresentati sono invece altri braconidi, stavolta endofagi, come *Psytalia dacicida* Silvestri, *Utetes africanus* (Szépligeti) e *Psytalia lounsburyi* (Silvestri). Il complesso parassitario riscontrato in questo lavoro non differisce molto da quello individuato da SILVESTRI (1913, 1914) e MONACO (1978).

Sempre nella stessa regione e dall'olivo coltivato, GIACALONE (2011) ottiene un basso numero di insetti sfarfallati, e qui *B. celer* ha registrato livelli pari a *P. lounsburyi* (Fig. 4).

Sull'olivo selvatico africano il parassitoide più abbondante ritrovato sia nel Western Cape da Giacalone (Fig. 5; 2011) che nell'Eastern Cape da MKIZE *et al.* (2008) è *Utetes africanus*, che tra i braconidi parassitoidi di *B. oleae* ha il più corto ovopositore (0,9 mm secondo WANG *et al.*, 2009). Nelle ricerche di NEUENSCHWANDER (1982) su olivo selvatico prevale invece *Psytalia lounsburyi* (lunghezza dell'ovopo-

sitore 1,8 mm, WANG *et al.* 2009) su *Bracon celer* e *U. africanus*.

E' interessante notare come le drupe di olivo selvatico africano fanno registrare un'infestazione maggiore che sull'olivo coltivato sia nelle prove di GIACALONE (2011), rispettivamente 17,5% e 8,2% (Figg. 4 e 5), che in quelle di NEUENSCHWANDER (1982), 43,6% nel selvatico e 18% nel coltivato. Le drupe dell'olivo selvatico africano sono infestate anche da un altro tefritide, *Bactrocera biguttula* (Bezzi) molto più abbondante nell'Eastern Cape dove è risultato tre volte più abbondante di *B. oleae* (MKIZE *et al.*, 2008). Nell'olivo selvatico i parassitoidi sfarfallati potrebbero anche avere rapporti nutrizionali con *B. biguttula*, ma finora nessuno studio ha chiarito questo dubbio.

Sicilia

Il braconide *Psytalia concolor* (Szépligeti) è da considerarsi autoctono della Sicilia, a differenza di quanto sostenuto da DELUCCHI (1957) che lo considera introdotto in tutto il territorio italiano. Questo braconide descritto nel 1910 da materiale proveniente da Sousse (Tunisia), per lungo tempo noto quale unico parassitoide endofago della mosca delle olive nel Mediterraneo suscitò l'interesse di Silvestri che, dopo

Fig. 4 – Livello d'infestazione di *B. oleae* registrato dissezionando le drupe di olivo coltivato nel Western Cape nel 2009 e 2010, e parassitoidi sfarfallati (da GIACALONE, 2011).

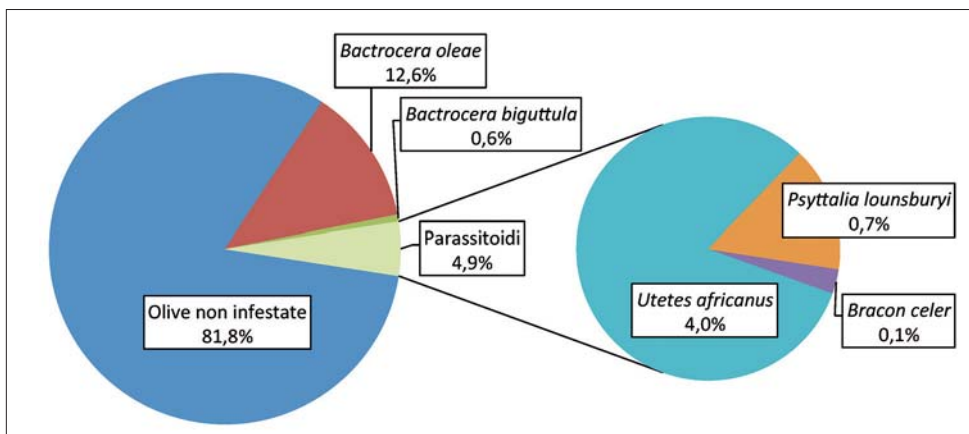
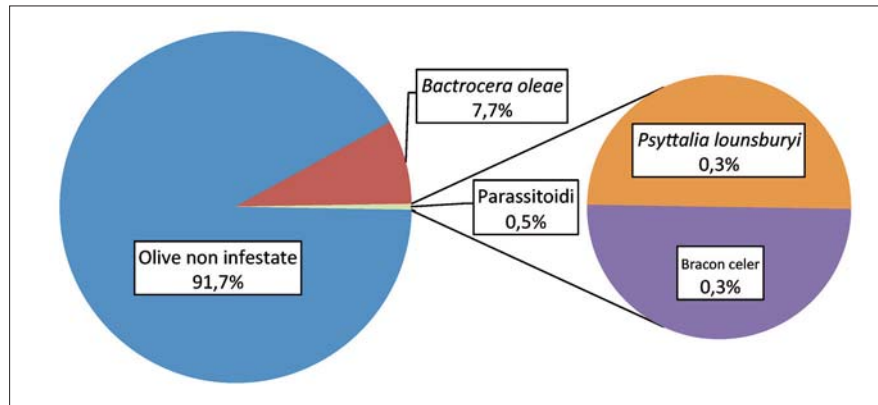


Fig. 5 – Livello d'infestazione di *B. oleae* registrato dissezionando le drupe di olivo selvatico nel Western Cape nel 2009 e 2010, e parassitoidi sfarfallati (da GIACALONE, 2011).

averlo introdotto in Campania, Puglia e Calabria settentrionale dal 1917 al 1923, nel 1929 liberò alcuni esemplari a Caltanissetta (SILVESTRI 1939). A seguito del rinvenimento di *P. concolor* nel 1930 sul litorale tirrenico siciliano da MONASTERO (1931), e poi nella Sardegna meridionale, lo stesso Silvestri (1939) lo considerò autoctono non solo del Nord Africa, ma anche della Sicilia, della Sardegna meridionale e della Calabria meridionale. In una recente revisione sistematica la specie sub-sahariana *Psyttalia humilis* (Silvestri), morfologicamente indistinguibile da *P. concolor*, è stata tolta dalla sinonimia con quest'ultima specie, e *P. concolor*, a causa dei pochi esemplari analizzati nel lavoro rimane con certezza legata alla mosca delle olive, all'area mediterranea (Italia, Marocco) e alle Canarie (RUGMAN-JONES *et al.* 2009), mentre altri ospiti e altre aree di diffusione andrebbero nuovamente indagati.

Su olivo coltivato MONASTERO (1940, 1960) registrò livelli di parassitizzazione di *P. concolor* con percentuali variabili: intorno al 40% (Altavilla Milicia, PA, nel 1930; Marsala, TP, nel 1933), medie del 10,3% nel 1934-35 (province di TP e ME), e medie del 2,7-3,7% nel 1959-60 (province di PA, TP, ME).

Sempre su olivo coltivato i calcidoidei parassitoidi ectofagi *Eurytoma martellii* Domenichini, *Pnigalio mediterraneus* Ferriere et Delucchi, *Cyrtotypx latipes* (Rondani) ed *Eupelmus urozonus* Dalman sono stati

riscontrati in scarse quantità sia alle Isole Eolie (MONASTERO e DELANOUE, 1966) che lungo la fascia tirrenica palermitana (LIOTTA e MINEO, 1968).

Un recente indagine realizzata da GIACALONE (2011) sia su olivo coltivato che su olivastro ha registrato un'infestazione di *B. oleae* sull'olivo coltivato del 74,6%, con una parassitizzazione del 16,3% quasi interamente dovuta a *P. concolor* (Fig. 6), mentre sull'olivastro l'infestazione di *B. oleae* è stata del 16,8%, con una parassitizzazione del 49% anche qui quasi totalmente dovuta a *P. concolor* (Fig. 7). Altri dati su olivastro sono stati raccolti da MINEO e BLANDO (2005) registrando simili livelli d'infestazione, una parassitizzazione del 49%, stavolta dovuta in gran parte a *Pnigalio mediterraneus* (42%).

CONCLUSIONI

Le differenze tra i livelli d'infestazione di *Bactrocera oleae* del Western Cape e della Sicilia, particolarmente marcate nell'olivo coltivato, sono attribuibili alle differenze climatiche: più basse temperature minime, maggiore escursione termica e, soprattutto nei tre mesi precedenti la raccolta, minore umidità relativa nel Western Cape (GIACALONE, 2011; GIACALONE *et al.*, 2015).

I dati pubblicati ci evidenziano un insufficiente

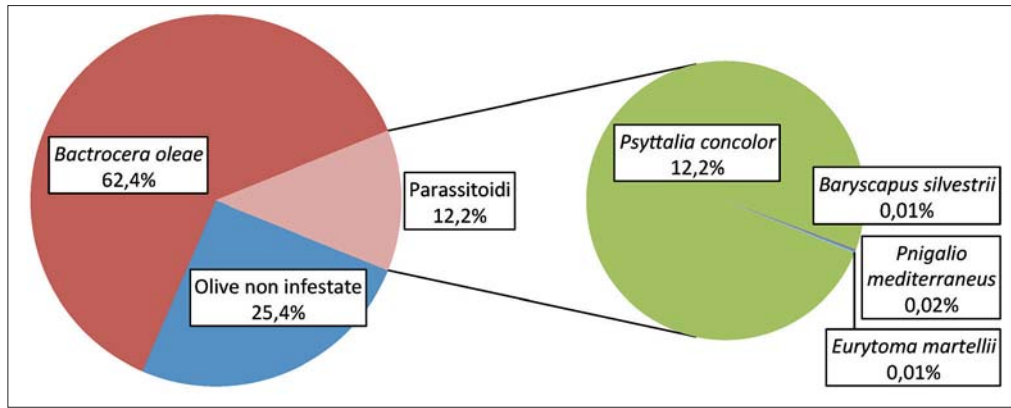
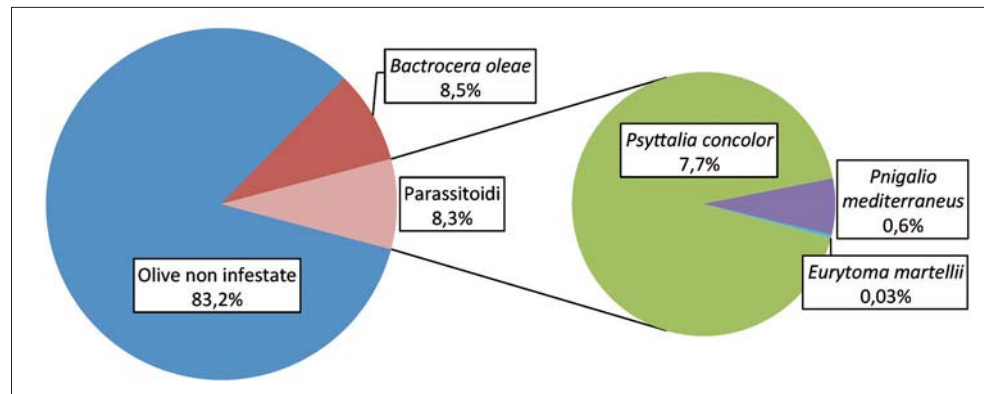


Fig. 6 – Carpofagi e parassitoidi sfarfallati da drupe di olivo raccolte in provincia di Trapani e Palermo da settembre a dicembre 2010 (150 campioni; GIACALONE, 2011).

Fig. 7 – Carpofagi e parassitoidi sfarfallati da drupe di olivastro raccolte in provincia di Trapani e Palermo da settembre 2010 a febbraio 2011 (52 campioni; GIACALONE, 2011).



livello di controllo biologico dovuto ai parassitoidi sia nel Western Cape sia in Sicilia, con una maggiore parassitizzazione nei rispettivi olivi selvatici, entrambi con drupe piccole e polpa sottile, che favoriscono i parassitoidi specifici della mosca delle olive dotati di un ovopositore breve (al massimo 2,6 mm in *P. concolor*), che hanno invece difficoltà a raggiungere le larve di terza età nelle polpose olive coltivate. Tale difficoltà fu ipotizzata da LATIERE (1917) e SILVESTRI (1939), ed è stata recentemente dimostrata da WANG *et al.* (2009) e BASER *et al.* (2013). Infatti, nel Western Cape il parassitoide più abbondante sull'olivo coltivato è *Bracon celer*, dotato del più lungo ovopositore, peraltro considerato non molto specifico di *B. oleae*, mentre sull'olivo selvatico prevale *Utetes africanus*, con il più corto ovopositore tra i braconidi parassitoidi della mosca delle olive. Si conferma quindi che il controllo biologico naturale dovuto ai parassitoidi non è un efficiente fattore di controllo delle popolazioni dei tefritidi.

Alla luce delle suddette considerazioni, in assenza di parassitoidi autoctoni specifici, come in California, è sì utile aumentare il controllo biologico con l'introduzione di parassitoidi specifici come *Psytalia lounsburyi*, ma ci sentiamo di sconsigliare quanto ipotizzato da DAANE *et al.* (2015) per aumentare gli ospiti rifugio per il parassitoide; aumentare la disponibilità di ospiti per il parassitoide impiantando cultivar a differente maturazione che portino olive fino alla primavera fornirebbe una maggiore dispo-

nibilità di frutti anche alla mosca, con le nefaste note ripercussioni sulle infestazioni che abbiamo nelle zone pandacie del Mediterraneo, anche a causa della presenza dell'olivastro che ha proprio quelle caratteristiche di ospite rifugio per carpofagi e parassitoidi per un lungo periodo dell'anno.

RIASSUNTO

Bactrocera oleae (Rossi), mosca delle olive, è presente anche in Sud Africa, ma finora non si sono avute notizie di infestazioni economicamente rilevanti negli oliveti. L'accertata presenza di un maggior numero di braconidi parassitoidi della mosca delle olive rispetto alle aree mediterranee è stata ed è considerata da molti autori la principale causa di queste minori infestazioni, senza che però siano stati eseguiti in Sud Africa adeguati studi sulle infestazioni da *B. oleae* e sui fattori climatici delle aree interessate.

Analizzando recenti dati sui livelli d'infestazione di *B. oleae* registrati su olivo coltivato e selvatico nel Western Cape e in Sicilia, appaiono simili in una normale annata fino a metà estate, ma sono nettamente differenti a fine estate-inizio autunno, quando in Sicilia il clima diviene più umido. Da una puntuale analisi dei corrispondenti dati climatici registrati nelle due aree è infatti emersa una sostanziale differenza nel decorso più caldo e secco degli ultimi tre mesi precedenti la raccolta nel Western Cape; questo periodo invece in Sicilia è caratterizzato da temperature più fresche e un aumento dell'umidità relativa che favorisce l'impennata delle infestazioni di *B. oleae*. Nei quattro mesi presi in considerazione si rileva anche una significativa differenza nell'escursione termica, maggiore nel Western Cape, dovuta a minime notturne più basse.

Da un confronto dei livelli di parassitizzazione di *B. oleae* del Western Cape (Sud Africa) e dell'area costiera della

Provincia di Trapani, recentemente registrati su olivo coltivato e selvatico (*Olea europaea* subsp. *cuspidata* in Sud Africa, *Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris* in Sicilia) non sono emerse sostanziali differenze quantitative, pur confermando che in Sud Africa i principali parassitoidi sono tre braconidi (*Utetes africanus* (Szépligeti), *Psyttalia lounsburyi* (Silvestri) e *Bracon celer* (Szépligeti)), con il primo prevalente sull'olivo selvatico e l'ultimo sul coltivato, mentre in Sicilia il braconide parassitoide *Psyttalia concolor* (Szépligeti) prevale sia sull'olivo selvatico che sul coltivato. Comunque in entrambe le aree la parassitizzazione su *B. oleae* non raggiunge elevati ed efficaci livelli.

Il clima, e non la parassitizzazione dovuta ai braconidi, appare il più importante fattore di contenimento di *B. oleae* anche in Sud Africa.

L'introduzione di parassitoidi specifici della mosca delle olive è necessaria nelle aree colonizzate di recente dove essi mancano, ma i tentativi di fornir loro una maggiore disponibilità di larve dell'ospite mediante l'impianto di cultivar d'olivo a maturazione e permanenza dei frutti più differenziata, potrebbe produrre risultati certamente più negativi che positivi nei confronti della presenza e dei livelli d'infestazione di *B. oleae* sull'olivo coltivato, come avviene nelle aree pandemie dove cresce spontaneo l'olivastro.

BIBLIOGRAFIA

- ADDISON M.F., ADDISON P., BARNES B.N., 2015 – *Olive*. In: *Insects of Cultivated Plants and Natural Pastures in Southern Africa*. Prinsloo G.L., Uys V.M. Editors: 394-405.
- BASER N., CALECA V., SIMEONE V., LAMAJ F., VERRASTRO V., 2013 – *The effect of distance between parasitoid and host on the parasitism of Psyttalia concolor (Szépligeti) in organic olive orchards*. – ISOFAR/MOAN International Symposium on “Crop Protection Management in Mediterranean Organic Agriculture”, Book of Abstracts, Sousse, Tunisia 14-16 May 2013: 18. url:10447/78589
- DAANE K.M., SIME K.R., WANG X.G., NADEL H., JOHNSON M.W., WALTON V.M., 2008 – *Psyttalia lounsburyi (Hymenoptera: Braconidae), potential biological control agent for the olive fruit fly in California*. – *Biological Control* 44:78-89.
- DAANE K.M., WANG X., NIETO D.J., PICKETT C.H., HOELMER K.A., BLANCHET A., JOHNSON M.W., 2015 – *Classic biological control of olive fruit fly in California, USA: release and recovery of introduced parasitoids*. – *BioControl* 60: 317-330.
- DELUCCHI, V. 1957 – *Les parasites de la mouche des olives*. – *Entomophaga* 2:107-118.
- GIACALONE C., 2011 – *Il controllo di Bactrocera oleae (Rossi) e di altri carpofagi negli oliveti biologici in Sicilia e Sud Africa*. – Tesi di dottorato. Dipartimento DEMETRA, Università degli Studi di Palermo: 147 pp. <https://iris.unipa.it/handle/10447/95135?mode=full.5#.WEg6ESiflUE>
- GIACALONE C., CALECA V., ALLSOPP E., 2015 – *Olive Fruit Fly: A threat to the South African olive industry?* – *South Africa Fruit Journal* 14 (4): 71-72.
- LATIERE H., 1917 – *La lutte contre les Maladies des Plantes en Italie* – *Ann. Service des Epiphyties*, 4: 76-114.
- LIOTTA G., MINEO G., 1968 – *Lotta biologica artificiale contro la mosca delle olive a mezzo dell'Opius concolor sculus Mon. in Sicilia nel 1968*. – *Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria e dell'Osservatorio di Fitopatologia di Palermo*, 7 (65): 191-204.
- MKIZE N., HOELMER K.A., VILLET M.H., 2008 – *A survey of fruit-feeding insects and their parasitoids occurring on wild olives, Olea europaea ssp. cuspidata, in the Eastern Cape of South Africa*. – *Biocontrol Science and Technology* 18 (9-10): 991-1004.
- MINEO G., BLANDO S., 2005 – *I parassitoidi della mosca delle olive viventi sull'olivastro (Olea europea var. sylvestris Brot.) in Sicilia*. – *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, 37 (3): 235-239.
- MONACO R., 1978 – *Note sui parassiti del Dacus oleae Gmel. (Dipt.-Tephritidae) in Sud-Africa*. – *Atti XI Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*, 303-310.
- MONASTERO S., 1931 – *Un nuovo parassita endofago della mosca delle olive trovato in Altavilla Milicia (Sicilia) (Fam. Braconidae Gen. Opius)*. – *Atti R. Accade. Sci. Let. Arti Palermo*, 16 (3): 1-7.
- MONASTERO S., 1940 – *Nuove osservazioni sull'“Opius sculus” parassita endofago della mosca delle olive*. – *Atti R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Palermo*. 1(1): 3-23.
- MONASTERO S. 1960 – *Altra straordinaria cattura di Opius parassiti di Dacus oleae Gmel. in Sicilia nel 1959*. – *Note di Fitopatologia*, n. 15, Aprile 1960: 8 pp.
- MONASTERO S., DELANOUÉ P., 1966 – *Lutte biologique expérimentale contre la mouche de l'olive (Dacus oleae Gmel.) au moyen d'Opius concolor Szépl. sculus Mon. dans les îles Éoliennes (Sicile) en 1965*. – *Entomophaga*, 11(5): 411-432.
- NEUENSCHWANDER P., 1982 – *Searching parasitoids of Dacus oleae (Gmel.) (Dipt. Tephritidae) in South Africa*. – *Z. ang. Ent.* n. 94: 509-522.
- RUGMAN-JONES P.F., WHARTON R., VAN NOORT T., STOUTHAMER R., 2009 – *Molecular differentiation of the Psyttalia concolor (Szépligeti) species complex (Hymenoptera: Braconidae) associated with olive fruit fly, Bactrocera oleae (Rossi) (Diptera: Tephritidae), in Africa*. – *Biological Control* 49: 17-26.
- SILVESTRI F., 1913 – *Viaggio in Africa per cercare parassiti di mosche dei frutti*. – *Bollettino del Laboratorio di Zoologia generale e agraria della R. Scuola superiore d'agricoltura in Portici* 8: 1-164.
- SILVESTRI F., 1914 – *Viaggio in Eritrea per cercare parassiti della mosca delle olive*. – *Bollettino del Laboratorio di Zoologia generale e agraria della R. Scuola superiore d'agricoltura in Portici* 9: 185-226.
- Silvestri F., 1915 – *Contributo alla conoscenza degli insetti dell'olivo dell'Eritrea e dell'Africa meridionale*. – *Laboratorio di Zoologia generale e agraria della R. Scuola superiore d'agricoltura in Portici* 9: 239-334.
- SILVESTRI F., 1939 – *La lotta biologica contro le mosche dei frutti della famiglia Trypetidae*. – *Atti del VII Congresso Internazionale di Entomologia*, Berlino, 15-20 Agosto 1938: 2396-2418.
- WANG X.G., JOHNSON M.W., DAANE K.M., YOKOHAMA V.Y., 2009 – *Larger olive fruit size reduces the efficiency of Psyttalia concolor, as a parasitoid of the olive fruit fly*. – *Biological Control*, 49: 45-51.
- YOKOHAMA V.Y., RENDON P.A., SIVINSKI J., 2008 – *Psyttalia cf. concolor (Hymenoptera: Braconidae) for biological control of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) in California*. – *Environmental Entomology* 37: 764-773.

SEDUTA PUBBLICA, FIRENZE 18 NOVEMBRE 2016

Tavola Rotonda su:

AVVERSITÀ DELLE API E NUOVE MINACCE DA INSETTI ALIENI
PER L'APICOLTURA ITALIANA: *AETHINA TUMIDA* E *VESPA VELUTINA*

Coordinatori:

PAOLO AUDISIO, RITA CERVO e FRANCESCO NAZZI, Accademici

QUADRO GENERALE DELL'APICOLTURA ITALIANA ALLA LUCE DELLE AVVERSITÀ DI RECENTE INTRODUZIONE

IGNAZIO FLORIS (*)

(*) Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, via De Nicola 07100 Sassari (Italy); email: ifloris@uniss.it
Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità delle api e nuove minacce da insetti alieni per l'apicoltura italiana: *Aethina tumida* e *Vespa velutina*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 18 novembre 2016.

Overview on the Italian apiculture in the recent sanitary scenario

In Italy, as in the rest of Europe, statistics on apiculture are historically very uncertain. Available data on colony numbers, beekeepers and sanitary status of bee colonies should consequently be interpreted with caution, due to the varying data collection approaches and methods used, which limits their reliability and comparability. The adoption of standardized methodologies at the national and global level is recommended for future monitoring purposes in apiculture. In line with this policy, the National Beekeeping Registry (Anagrafe Apistica Nazionale) has recently been established in Italy, and harmonized surveys have been promoted at European level. However, the presently available data are still not homogeneous. Based on official data sources, a general decline of honeybees was recorded in Europe and in Italy during the last decades, achieving an average honeybee colony mortality of 19.0-22.5% in Italy, as a result of a variety of pathological and environmental adverse factors.

On the other hand, the distribution of the recently introduced invasive species, *Aethina tumida* and *Vespa velutina*, is still confined to some districts, and their impact (i.e. hives destruction in areas infested by *A. tumida*) and spread are contained by the surveillance measures that the National Veterinary Service is implementing.

KEY WORDS: Beekeeping statistics, Honeybee health, Colony mortality, invasive species.

INTRODUZIONE

La definizione di un quadro generale dell'apicoltura italiana, come per altri settori dell'economia, implica la disponibilità di dati raccolti con regolarità, criterio metodologico omogeneo ed armonizzato a livello nazionale ed anche europeo o globale, che conferiscano veste statistica alle rilevazioni in prospettive delle necessarie ed opportune comparazioni di possibile interesse.

Nel caso dell'apicoltura, il censimento delle aziende, lo studio delle loro dimensioni, della situazione sanitaria e delle produzioni, comporta storicamente delle difficoltà oggettive legate alla struttura del settore e alla variegata tipologia degli addetti. L'apicoltura, infatti, da un punto di vista economico, si contraddistingue per richiedere bassi investimenti di capitali, scarso apporto di manodopera e fonti alimentari naturali rese disponibili dall'ambiente, senza necessariamente dover ricorrere all'attivazione di altri processi produttivi. Queste caratteristiche – in palese contrasto con l'evoluzione dell'agricoltura moderna, sempre più orientata verso una maggiore intensità di capitali, una forte industrializzazione e sfruttamento del suolo – configurano l'apicoltura come un ramo dell'economia in grado di fruttare con pochi capitali, quindi di favorire la nascita di piccole o pic-

colissime aziende, con un approccio amatoriale o *part-time*, a scapito di forme d'impresa professionali. L'eccessiva polverizzazione aziendale è anche la causa delle maggiori difficoltà di rilevazione statistica, che porta a sottostimare l'ampiezza e la rilevanza economica del settore sotto il profilo produttivo. Persino l'Annuario di Economia Agraria, cioè una pubblicazione altamente specializzata, considera promiscuamente miele e cera fino al 1974. Solo dal 1975 i due prodotti vengono distinti, ma con risultati non sempre attendibili. Oggi, compulsando i dati forniti dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (<http://www.reterrale.it>), si evince una sensibile flessione della produzione di miele negli ultimi anni conseguente al problema dello spopolamento degli alveari per cause di natura patologica ed ambientale. Rispetto ad altre attività agricole, l'apicoltura presenta la peculiarità di essere pienamente eco-compatibile, ma anche fortemente sensibile all'inquinamento ambientale, al punto da considerare le api efficaci "bioindicatori globali" di varie categorie di inquinanti organici ed inorganici, particolarmente nei confronti dei fitofarmaci. Si aggiunga poi la gamma sempre più ampia di nemici, patogeni, parassiti e altri fattori di stress (AA.VV., 2014) che concorrono a delineare un quadro sempre più complesso e vulnerabile, mutevole anche nel

breve periodo, quindi di difficile interpretazione nelle sue dinamiche temporali.

LE STATISTICHE SULL'APICOLTURA ITALIANA

I primi dati ufficiali, piuttosto parziali, sull'apicoltura italiana risalgono al 1872 (MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, 1879) e riportano un numero di appena 14.497 apicoltori e 95.967 alveari, di cui 6.728 ($\approx 6,5\%$) razionali (a favo mobile) e 89.239 ($\approx 93,5\%$) rustici (a favo fisso). Occorre attendere fino al 1928 per avere dati più completi (MINISTERO DELL'ECONOMIA NAZIONALE, 1929), con una consistenza di 114.251 apicoltori e 632.325 alveari (309.123 razionali e 323.202 rustici), ma con ampie variazioni tra le diverse regioni, soprattutto nel rapporto tra alveari rustici e razionali. I vari censimenti, in genere, ignorano o relegano l'apicoltura al sistema agricolo, come nel caso dei censimenti Istat, non fornendo dati completi sulla reale ampiezza del settore. Solo con la recente istituzione dell'Anagrafe Apistica Nazionale (D.M. 04.12.2009), probabilmente, si sono create le condizioni per disporre finalmente di un *database* aggiornato sulla situazione dell'apicoltura italiana, utile per valutare le variazioni temporali, conseguenti anche a problematiche sanitarie e/o ambientali. La nuova Anagrafe, divenuta operativa nel 2015 – ora in fase di completamento – prevede l'assegnazione, con criteri univoci a livello nazionale, di un codice aziendale e l'obbligo di registrazione nella Banca Dati Apistica (BDA) sia per gli apicoltori amatoriali sia per i produttori apistici. Inoltre, il nuovo dispositivo centralizza il sistema di rilevazione degli apiari e costituisce uno strumento molto importante anche per gestire correttamente situazioni di emergenza sanitaria com'è avvenuto nel recente caso d'introduzione di *Aethina tumida*. Resta l'esigenza, al momento segnalata dagli apicoltori, di rendere le procedure di registrazione e variazione degli allevamenti più in linea con le peculiarità dell'apicoltura. Il commendevole sforzo di omologare le api, o meglio gli alveari, ad altre categorie di animali in allevamento, si scontra, infatti, con alcuni aspetti biologici e di conduzione degli apiari. Le colonie di api, infatti, sono unità produttive assimilabili a dei veri e propri “superorganismi”, molto plastici e facilmente assoggettabili, per esigenze tecniche, ad unioni o scissioni, tali da comportare sensibili variazioni stagionali della consistenza degli apiari, non necessariamente imputabili a problemi sanitari. Se si considera poi la pratica del nomadismo, ne consegue una condizione piuttosto dinamica e per certi versi instabile rispetto ad altre tipologie di allevamento.

In attesa di acquisire dati completi dall'Anagrafe

Apistica Nazionale, le statistiche ufficiali più aggiornate attribuiscono all'apicoltura italiana un patrimonio di 1.127.000 alveari e un numero di 70.000 apicoltori, rispettivamente l'8,1 e l'11,3% su base europea (CHAUZAT *et al.*, 2013); la media di alveari per apicoltore è di 16,1 e la densità media di alveari di 3,7 km² (un alveare per ogni 27 ha di superficie). A livello nazionale ed europeo, si conferma un'elevata eterogeneità e frammentazione del settore, con una generale alta percentuale di apicoltori non professionisti e un basso numero medio di colonie per apicoltore, fatta eccezione per la Spagna, la Grecia e l'Ungheria, rispettivamente con medie di 103, 75 e 56,7 alveari/apicoltore e con una maggiore incidenza degli apicoltori professionisti (20-40%). Questa enorme variabilità ha evidenti implicazioni per qualsiasi analisi sanitaria o economica, particolarmente con rilevazioni non uniformi o incomplete. Mancano, ad esempio, dati sulla produzione di nuclei, pacchi d'api e regine, fondamentali per comprendere la capacità dell'apicoltura di sostenere le pesanti perdite denunciate in questi anni.

L'IMPATTO DELLE AVVERSITÀ SULL'APICOLTURA ITALIANA

Il termine “avversità” in apicoltura va inteso nella sua accezione più ampia poiché include fattori negativi sia patologici sia ambientali. Il declino dell'apicoltura in Europa e negli Stati Uniti è ormai ben documentato (ELLIS *et al.*, 2010; POTTS *et al.*, 2010) e dimostra la natura multifattoriale di questi fenomeni negativi. Il caso più noto è certamente quello del “*Colony Collapse Disorder*” (CCD) registrato negli Stati Uniti, che ha attirato grande attenzione a livello sia scientifico (VANENGELSDORP *et al.*, 2009) sia mediatico (TIME, 2013), soprattutto per le implicazioni in tema di impollinazione, produzione alimentare e conservazione dell'ambiente. Un allarme che ha portato talvolta a reazioni grottesche ed estreme come nei casi dell'*hand-pollination* in Cina (<https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/5193-Divine-of-bees-forces-China-s-apple-farmers-to-pollinate-by-hand>) e della *robobee* (<http://robobees.seas.harvard.edu/>) negli USA. Ma, per fortuna, ha determinato anche una forte mobilitazione della ricerca, anche italiana (NAZZI *et al.*, 2012; DI PRISCO *et al.*, 2013, 2016), per comprendere le molteplici cause del declino, con particolare attenzione al ruolo di parassiti e patogeni, fitofarmaci, modificazioni ambientali, malnutrizione e specie invasive.

Il quadro attuale dell'apicoltura è dunque fortemente caratterizzato dalle problematiche sanitarie e ambientali, con un impatto notevole in termini di per-

dite e di indebolimento delle colonie e di mancata o ridotta produzione.

Storicamente, l'incidenza e la distribuzione delle principali malattie delle api in Italia si può desumere dai dati raccolti in decenni di attività dall'Istituto Nazionale di Apicoltura di Bologna (INA), attuale CREA-API (<http://api.entecra.it>), attraverso migliaia di diagnosi rappresentative di tutto il territorio nazionale, arricchite, più recentemente, dai dati sulla gestione delle reti di monitoraggio ApeNet e BeeNet.

Le statistiche dal 1966 al 1975 dell'INA (GIORDANI *et al.*, 1982), cioè prima dell'avvento dell'acaro *Varroa destructor*, indicano, tra le malattie delle api adulte più frequenti in Italia, la nosemiasi (*Nosema apis*) (8,43%) e l'acariosi (*Acarapis woodi*) (7,34%), mentre sulla covata domina la peste americana (*Paenibacillus larvae*) (59,64%), secondariamente la peste europea (*Melissococcus plutonius*) (4,32%) e risultano pressoché assenti le virosi (0,1%).

Negli ultimi decenni, soprattutto dopo l'avvento della varroa (BARBATTINI, 1981), il quadro sanitario è drasticamente mutato in senso negativo, con un impatto delle malattie e di altri fattori di stress molto pesante sul patrimonio di alveari in allevamento, conseguente a uno stato di salute delle colonie sempre più compromesso e vulnerabile.

La rete di monitoraggio nazionale è stata certamente uno strumento essenziale per raccogliere informazioni sulla situazione sanitaria dell'apicoltura in Italia (PORRINI *et al.*, 2016). Tale rete, finanziata dal Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali includeva inizialmente 28 moduli, ciascuno composto da cinque postazioni di 10 alveari (Apenet 2009-2010), per poi estendersi a 63 moduli, corrispondenti a 303 postazioni per un totale di circa 3.000 alveari, con una copertura di tutte le regioni italiane (BeeNet 2011-2013). La gestione guidata dei moduli e la raccolta armonizzata dei dati e dei campionamenti di varie matrici (pappa reale, polline, cera e api) per le successive analisi chimiche, patologiche e nutrizionali ha consentito di stilare rapporti periodici (www.reterurale.it/api~number=plural), dai quali è emersa una prevalenza¹ di *N. ceranae* (47-69% nel 2009 e 30-60% nel 2010), con una forte variazione stagionale; i virus più frequenti sono risultati quelli delle “celle reali nere” (BQCV), “delle ali deformi” (DWV) e della “covata a sacco” (SBV), mentre tra i residui gli organofosfati (Coumaphos) e i piretroidi (tau-fluvalinate) con la cera d'api come matrice più contaminata (40% di campioni positivi e 13% con residui multipli), rispetto al polline (27%) e alle stesse api (12%).

Le perdite di colonie segnalate nel 2009/10 sono state in media del 19%, con differenze sensibili tra le varie regioni. Nel 2009, la presenza di DWV in autunno è apparsa correlata positivamente con la perdita di colonie, allo stesso modo la mortalità è stata maggiore nelle colonie infette da BQCV nella prima e seconda visita dell'anno. Nel 2010, le perdite sono state significativamente correlate con la presenza di pesticidi nelle api durante il secondo periodo di campionamento.

L'esposizione ai fitofarmaci in primavera potrebbe spiegare l'impatto negativo a livello di colonie, contribuendo ad aumentare la mortalità durante la stagione produttiva. Sia nel 2009 e sia nel 2010, infatti, i tassi di mortalità delle colonie sono stati positivamente correlati con la percentuale di superficie agricola coltivata circostante gli apiari, supportando l'ipotesi dell'importanza dell'uso del suolo per la salute delle api.

I riscontri sulle segnalazioni di perdite di colonie di api da parte degli apicoltori, in definitiva, suggeriscono due scenari principali: perdite primaverili ed estive, per lo più imputabili ad un uso scorretto di fitofarmaci; perdite tardo estive ed invernali causate invece dall'infestazione dell'acaro *V. destructor* e dai suoi effetti patologici secondari. Il primo tipo di perdite sono state segnalate principalmente nel Nord Italia in associazione alla semina di mais conciato con neonicotinoidi e ai trattamenti nei frutteti (Sgolastra *et al.*, 2009). A supporto di tale ipotesi, l'analisi dei campioni raccolti da colonie deboli ha mostrato che il 57,5% di 132 campioni sospetti di api morte avvelenate sono stati positivi ai neonicotinoidi. Le perdite registrate nell'inverno del 2007/08, secondo i dati forniti dalle associazioni di apicoltori, erano del 30-40% nella parte settentrionale del paese e del 10-30% nelle zone centrali e meridionali. Tali perdite sono state confermate da un'indagine Coloss (www.coloss.org) utilizzando questionari anonimi (MUTINELLI *et al.*, 2010).

IL CONTESTO EUROPEO E L'IMPATTO DELLE SPECIE INVASIVE DI RECENTE INTRODUZIONE

Le statistiche europee curate dall'*European Union Reference Laboratory for bee health* (EURL) attribuivano all'Italia nel 2010 una mortalità di colonie di api del 19-22,5% rispetto ad una media europea del 17,7% (CHAUZAT *et al.*, 2010). Il rapporto più recente (LAURENT *et al.*, 2016), riferito al periodo 2012-14, indica un tasso globale di mortalità delle colonie, a livello europeo, tra il 3,1% e il 35,9% nei 17 Stati membri, con una mortalità inferiore al 10% in cinque di questi (Grecia, Ungheria, Italia, Lituania e Slovacchia). In riferimento ai due anni di indagine,

¹ La prevalenza è un indice epidemiologico che indica semplicemente i campioni positivi ma non corrisponde necessariamente a sintomi clinici delle malattie.

il tasso di mortalità complessivo delle colonie per il primo anno (2012-13) è stato di oltre il 20% in un terzo dei 17 Stati membri, nel secondo (2013-14) è variato invece dal 2,6% al 23,4% con livelli inferiore al 10% in nove Stati membri, Italia inclusa, e superiori al 20% solo in due soli Stati (Belgio e Francia). In definitiva, questi ultimi dati registrano un netto miglioramento della situazione per l'Italia.

Queste perdite, fatta salva la necessaria cautela nell'interpretazione dei dati, se rapportate al patrimonio di alveari in allevamento in Europa, corrispondono a una mortalità annua di circa 2,7 milioni di colonie; per l'Italia da circa 240 mila per il 2010 a circa 60 mila colonie negli anni successivi. Il relativo danno economico è stimabile in oltre un miliardo di euro a livello europeo (di alcune decine di milioni per l'Italia negli ultimi anni), escludendo le conseguenze su un servizio ecosistemico fondamentale come l'impollinazione delle piante coltivate e spontanee.

Secondo le stesse fonti, le malattie maggiormente implicate nella perdita delle colonie sono la varroasi, la nosemiasi tipo C (*N. ceranae*), la peste americana, la peste europea e alcune virosi: paralisi cronica (CBPV), ali deformi (DWV) e paralisi acuta (ABPV). Sull'origine di queste statistiche, tuttavia, pesa il problema, non secondario, dell'incompletezza e della mancanza di armonizzazione e standardizzazione dei metodi diagnostici tra i vari Laboratori di Riferimento Nazionali, che non garantisce adeguata rispondenza sul piano clinico ai dati sui patogeni rilevati e coerenza nell'analisi comparativa dei dati.

L'apicoltura è, inoltre, più dipendente da fattori ambientali complessi rispetto a qualsiasi altro tipo di allevamento zootecnico. Le principali cause di mortalità sono talvolta frutto di segnalazioni strettamente qualitative e soggettive da parte degli apicoltori. Gli avvelenamenti da pesticidi, ad esempio, che spesso hanno catturato l'attenzione dei media, sono solo occasionalmente riportati nelle dichiarazioni degli apicoltori. In effetti, la valutazione degli impatti dei pesticidi sulla salute delle api si rivela molto complessa e, nella maggior parte dei casi, diversa dalle forme dirette ed eclatanti di intossicazione acuta. È ormai ampiamente noto dalla letteratura scientifica che le interazioni tra pesticidi, parassiti e microrganismi patogeni si traducono in un aumento della mortalità delle api, difficile da rilevare, che porta alla sottovalutazione dell'impatto di questo fattore negativo.

Infine, in riferimento alle specie invasive di recente introduzione, *Aethina tumida* e *Vespa velutina*, la loro diffusione in Italia è ancora limitata.

Nel caso di *A. tumida*, la cui prima segnalazione ufficiale in Calabria risale al 2014 (PALMERI *et al.*, 2015), si tratta di un parassita generalista, noto come "piccolo coleottero dell'alveare" o con l'acronimo

SHB (*Small Hive Beetle*), originario dell'Africa subsahariana, che si riproduce in associazione ad api, bombi, api senza pungiglione (*stingless bees*), frutta e persino carne (NEUMMANN *et al.*, 2016). Divenuto specie invasiva a partire dal 1996, per le introduzioni registrate in America, Australia, Europa e Asia, da parassita minore nelle aree di origine è considerato una potenziale minaccia per le colonie di api sociali nei territori di nuova introduzione. Le ragioni di questa diversa reputazione includono le differenze ambientali legate alle diverse razze di api, al clima, al suolo e agli antagonisti naturali. Le conoscenze attuali di questo parassita nei nuovi ambienti sono ancora limitate e impongono ulteriori approfondimenti sulla biologia e sui potenziali danni, la cui valutazione dovrebbe essere estesa anche alle api selvatiche, in particolare ai bombi (*Bombus* spp.). Ad oggi, le misure adottate dal servizio veterinario nazionale per frenare la diffusione di questo nuovo parassita hanno prodotto l'abbattimento di oltre 6.000 alveari, con un costo che supera i 2 milioni di euro, conseguenti all'applicazione del programma di sorveglianza attuato dal Laboratorio Nazionale di Riferimento (IZSVe) (www.izsvenezie.it).

In riferimento alla *V. velutina*, nota come calabrone asiatico (*Asian hornet*) o vespa dalle zampe gialle (*yellow-legged hornet*), introdotta prima in Francia nel 2004 e poi in Italia nord-ovest nel 2012, dove occupa attualmente una superficie di 930 km² (BERTOLINO *et al.*, 2016) con una diffusione lineare di 18,3 ± 3,3 km/anno. Un'analisi della sua distribuzione in Italia ha permesso l'individuazione di 17 aree principali, con una densità media di 2,9-3,5 nidi/km².

Le osservazioni condotte da MONCEAU *et al.* (2013) in Francia dimostrano un incremento della predazione durante l'estate, da luglio a settembre, in relazione alla dinamica di popolazione della vespa, una maggiore efficienza di predazione individuale nelle ore centrali della giornata, una certa competizione intraspecifica e l'influenza della radiazione solare sull'attività delle vespe. Queste limitazioni offrono una strategia alle colonie di api per massimizzare l'attività di bottinamento durante le ore del mattino, cioè quando i calabroni sono meno efficienti. Più recentemente MONCEAU e THIÉRY (2016) hanno dimostrato che la competizione intraspecifica è improbabile come meccanismo di regolazione della popolazione, che ci sono fattori ambientale favorevoli alla nidificazione (es. le zone litoranee in cui si esercitano allevamenti ittici o pesca sportiva) e che la cattura mediante trappole delle regine risulta un metodo inefficiente per limitare la diffusione della vespa. Anche in questo caso, tuttavia, si rende necessario un adeguato approfondimento dei potenziali danni e l'adozione di piani di gestione basati sulla conoscenza delle modalità di distribuzione e diffusione della specie.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2014 – *Patologia e avversità dell'alveare* – Carpana E. e Lodesani M. (Eds.), Springer-Verlag Italia, 2014: 410 pp.
- BARBATTINI R., 1981 – *Presenza di Varroa jacobsoni Oud. in territorio italiano.* - L'Informatore Agrario, 37: 16769-16770.
- BERTOLINO S., LIOY S., LAURINO D., MANINO A., PORPORATO M., 2016 – *Spread of the invasive yellow-legged hornet Vespa velutina (Hymenoptera: Vespidae) in Italy.* - Applied Entomology and Zoology, 51 (4): 589-597.
- CHAUZAT M.P., CAUQUIL L., ROY L., FRANCO S., HENDRIKX P., RIBIÈRE-CHABERT M., 2013 – *Demographics of the European Apicultural Industry.* - Plos One, Vol. 8, 11, e79018.
- DI PRISCO G., CAVALIERE V., ANNOSCIA D., VARRICCHIO P., CAPRIO E., NAZZI F., GARGIULO G., PENNACCHIO F., 2013 – *Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees.* - Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110 (46): 18466-18471.
- DI PRISCO G., ANNOSCIA D., MARGIOTTA M., FERRARA R., VARRICCHIO P., ZANNI V., CAPRIO E., NAZZI, F., PENNACCHIO F., 2016 – *A mutualistic symbiosis between a parasitic mite and a pathogenic virus undermines honey bee immunity and Health.* Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 113 (12): 3203-3208.
- ELLIS J.D., EVANS J.D., PETTIS J.S., 2010 – *Colony losses, managed colony population decline and Colony Collapse Disorder in the United States.* Journal of Apicultural Research 49 (1): 134-136.
- GIORDANI G., NARDI M., VECCHI M.A., 1982 – *Nozioni pratiche sulle malattie delle api.* Ed. FAI Roma, III ed., 1982.
- LAURENT M., HENDRIKS P., RIBIÈRE-CHABERT M., CHAUZAT M.P., 2016 – *A pan-European epidemiological study on honeybee colony losses 2012-2014.* European Union Reference Laboratory for honeybee health (EURL), Sophia Antipolis, France.
- MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO, 1879 – *Relazione sulle condizioni dell'agricoltura*, Vol. II. 1879.
- MINISTERO DELL'ECONOMIA NAZIONALE, 1929 – *L'apicoltura in Italia.* In: Nuovi annali dell'Agricoltura, 1929.
- DECRETO MINISTERIALE 4 DICEMBRE 2009 – *Disposizioni per l'anagrafe apistica nazionale.* Gazzetta Ufficiale n. 93 del 22 aprile 2010.
- MONCEAU K, ARCA M, LEPRÊTRE L, MOUGEL F, BONNARD O, SILVAIN JF, MAHER N, ARNOLD G, THIÉRY D, 2013 – *Native prey and invasive predator patterns of foraging activity: the case of the yellow-legged hornet predation at European honeybee hives.* - PLoS ONE, 8:e66492.
- MONCEAU K. e THIÉRY D., 2016 – *Vespa velutina nest distribution at a local scale: An 8-year survey of the invasive honeybee predator.* - Insect Science (2016) 00, 1–12, DOI 10.1111/1744-7917.12331.
- MUTINELLI F., COSTA C., LODESANI M., BAGGIO A., MEDRZYCKI P., FORMATO G., et al., 2010 – *Honey bee colony losses in Italy.* Journal of Apicultural Research, 49 (1): 119-120.
- NAZZI F., BROWN S.P., ANNOSCIA D., DEL PICCOLO F., DI PRISCO G., VARRICCHIO P., VEDOVA G.D., CATTONARO F., CAPRIO E., PENNACCHIO F., 2012 – *Synergistic parasite-pathogen interactions mediated by host immunity can drive the collapse of honeybee colonies.* - PLoS Pathogens, 8 (6) e1002735.
- NEUMMANN P., PETTIS J.S., SCHÄFER M.O., 2016 – *Quo vadis Aethina tumida? Biology and control of small hive beetles.* - Apidologie, 47 (3): 427-466.
- PALMERI V., SCIRTÒ G., MALACRINÒ A., LAUDANI F., CAMPOLO O., 2015 - *A scientific note on a new pest for European honeybees: first report of small hive beetle Aethina tumida, (Coleoptera: Nitidulidae) in Italy.* Apidologie, 46 (4): 527-529.
- SGOLAstra F., RENZI T., DRAGHETTI S., MEDRZYCKI P., LODESANI M., MAINI S., PORRINI C., 2009 – *Effects of neonicotinoid dust from maize seed-dressing on honey bees.* - Bulletin of Insectology, 65(2): 273-280.
- PORRINI C., MUTINELLI F., BORTOLOTTI L., GRANATO A., LAURENSEN L., ROBERTS K., GALLINA A., SILVESTER N., MEDRZYCKI P., RENZI T., SGOLAstra F., LODESANI M., 2016 – *The Status of Honey Bee Health in Italy: Results from the Nationwide Bee Monitoring Network.* - PLoS ONE 11(5): e0155411.
- POTTS S.G., ROBERTS S.P.M., DEAN R., MARRIS G., BROWN M.A., JONES R., NEUMANN P., SETTELE G., 2010 – *Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe.* - Journal of Apicultural Research, 49 (1): 15-22.
- VANENGELSDORP D., EVANS J.D., SAEGERMAN C., MULLIN C., HAUBRUGE E., NGUYEN B.K., FRAZIER M., FRAZIER J., COX-FOSTER D., CHEN Y., UNDERWOOD R.M., TARPY D.R., PETTIS J.S., 2009 – *Colony Collapse Disorder: a descriptive study.* - PloS ONE 4: e6481.2009.
- TIME, 2013 – *A World Without Bees*, Aug. 19, 2013.

CRONISTORIA DELL'INFESTAZIONE DA *AETHINA TUMIDA* IN ITALIA E DEGLI INTERVENTI MESSI IN ATTO A PARTIRE DAL SETTEMBRE 2014 RILEVAMENTO, PROVVEDIMENTI ADOTTATI, EVOLUZIONE E PROSPETTIVE FUTURE

FRANCO MUTINELLI (*)

(*) Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Centro di referenza nazionale per l'apicoltura, Viale dell'Università 10, 35020 Legnaro (PD); e-mail: fmutinelli@izsvenezie.it

Sintesi della lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità delle api e nuove minacce da insetti alieni per l'apicoltura italiana: *Aethina tumida* e *Vespa velutina*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 18 novembre 2016.

Aethina tumida infestation in Italy and measures adopted since September 2014

Aethina tumida Murray, the small hive beetle (SHB), adults and larvae were firstly reported in Italy in September 2014 in honey bee nucleus colonies near the Gioia Tauro port in the Calabria region (southern Italy). In November 2014, a single infested apiary was found in Sicily. Genetic analyses revealed the African origin of SHB introduced into Italy. Early reaction measures adopted in Italy require immediate notification of SHB detection to the local veterinary services, movement restriction of the concerned colonies and apiaries, destruction of infested apiaries and ploughing and pyrethroids treatment of the surrounding soil. In Calabria region 129 positive sites and one in Sicily were detected and destroyed between 2014 and 2016. The Ministry of Health granted compensation to beekeepers according to the law in force. Furthermore, a protection (20 km radius) and surveillance (100 km) zone were established. Later the surveillance zone included the whole territory of Calabria and Sicily region. Compulsory visits to all apiaries in the protection zone with georeferentiation and visual colony inspection according to 5% expected prevalence (95% CI) are applied. In the surveillance zone, apiaries are selected randomly or according to a risk analysis and colonies are inspected according to 2% expected prevalence (95% CI). Sentinel honey bee nucleus colonies were installed to improve SHB detection in the protection zone. Furthermore, a national SHB surveillance program was carried out in spring and autumn 2015 and 2016. No SHB has been detected outside the two concerned regions. A similar surveillance program will be implemented in 2017 adding sentinel honey bee nucleus colonies around the main ports in relationship with wood import from Africa. Future perspectives of containment are discussed.

KEY WORDS: *Aethina tumida*, honey bee, infestation, Italy, protective measures.

INTRODUZIONE

Aethina tumida è un coleottero appartenente alla famiglia Nitidulidae che infesta gli alveari, esotico nell'Unione Europea fino al settembre 2014, in grado di determinare notevoli danni, dalla distruzione dei favi alla fermentazione del miele fino alla perdita della colonia.

Il 5 settembre 2014 è stato notificato il primo accertamento di *A. tumida* in Italia, nel comune di Gioia Tauro (RC). Successivamente, il 7 novembre 2014, è stato confermato il primo ed unico caso ad oggi di *A. tumida* in Sicilia, nel comune di Melilli (SR).

Di seguito viene presentato un *excursus* della normativa vigente, degli eventi che hanno caratterizzato l'Italia meridionale in funzione del rilevamento di *A. tumida* dal 2014 al 2016, dei provvedimenti adottati dal Ministero della Salute e dalla Commissione Europea, degli studi condotti, prendendo in considerazione anche le possibili prospettive future della presenza di questo coleottero sul territorio nazionale.

NORMATIVA INTERNAZIONALE E DELL'UNIONE EUROPEA

La Decisione della Commissione dell'1 marzo 2004 che modifica la direttiva 82/894/CEE del Consiglio concernente la notifica delle malattie degli animali nella Comunità al fine di includere talune malattie degli equidi e talune malattie delle api nell'elenco delle malattie soggette a denuncia (2004/216/CE) stabilisce che il piccolo coleottero dell'alveare, *Aethina tumida*, e l'acaro *Tropilaelaps mite* sono parassiti esotici che attaccano le api mellifere e di cui non è mai stata denunciata la presenza nella Comunità. Se importati, tali parassiti potrebbero avere effetti devastanti sullo stato sanitario delle api mellifere e sul settore apicolo in generale, motivo per cui sono stati aggiunti all'elenco comunitario delle malattie soggette a denuncia.

L'OIE Terrestrial Animal Health Code (2005) Section 9. APIDAE Chapter 9.5 fornisce la seguente definizione: "Infestation with *Aethina tumida* (also known as small hive beetle) is an infestation of bee

colonies (species of the genera *Apis* and *Bombus* and also stingless bees) by the beetle *A. tumida*, which is a free-living predator and scavenger affecting bee populations“.

Ne deriva che la infestazione da parte di *A. tumida* è a tutti gli effetti una malattia delle api che considerata anche nel Regolamento di polizia veterinaria (DPR 320/1954) attraverso la Ordinanza ministeriale 20.04.2004, Profilassi di *Aethina tumida* e *Tropilaelaps* spp.

La rilevanza di questa infestazione in ambito internazionale, legata in particolare alla circolazione di api, loro prodotti e materiale apistico, era già stata considerata dalla Direttiva 92/65/CEE del Consiglio del 13 luglio 1992, che stabilisce norme sanitarie per gli scambi e le importazioni nella Comunità di animali, sperma, ovuli e embrioni non soggetti, per quanto riguarda le condizioni di polizia sanitaria, alle normative comunitarie specifiche di cui all'allegato A, sezione I, della direttiva 90/425/CEE (Allegato E, parte 2) e dal più recente Regolamento della Commissione (EU) No. 206/2010 del 12 marzo 2010 che istituisce elenchi di paesi terzi, territori o loro parti autorizzati a introdurre nell'Unione europea determinati animali e carni fresche e che definisce le condizioni di certificazione veterinaria. Queste norme

limitano l'importazione da paesi terzi alle sole api regine e alle colonie di bombi e stabiliscono anche specifiche procedure per la loro ispezione e gestione a destinazione.

Successivamente al riscontro di *A. tumida* in Italia (Fig. 1 e 2), le decisioni di esecuzione della Commissione (2014/909/UE, 2015/838/UE, 2015/1943/UE) hanno definito le misure restrittive dirette a prevenire l'ulteriore diffusione del coleottero nel territorio dell'Unione Europea ancora indenne. In particolare, il divieto di spedizione di partite dei seguenti prodotti dalle regioni Calabria e Sicilia verso altre zone dell'Unione: api mellifere, bombi, sottoprodotti apicoli non trasformati, attrezzature apistiche e miele in favo per il consumo umano.

PROVVEDIMENTI NAZIONALI

I provvedimenti adottati dal Ministero della Salute e dalle regioni interessate, Calabria dal settembre 2014 e Sicilia dal novembre 2014 (Fig. 1), sono stati diretti alla eradicazione di *A. tumida* e al suo contenimento nelle aree interessate. Contestualmente sono state prese in considerazione anche le possibili prospettive future, qualora la situazione epidemiologica

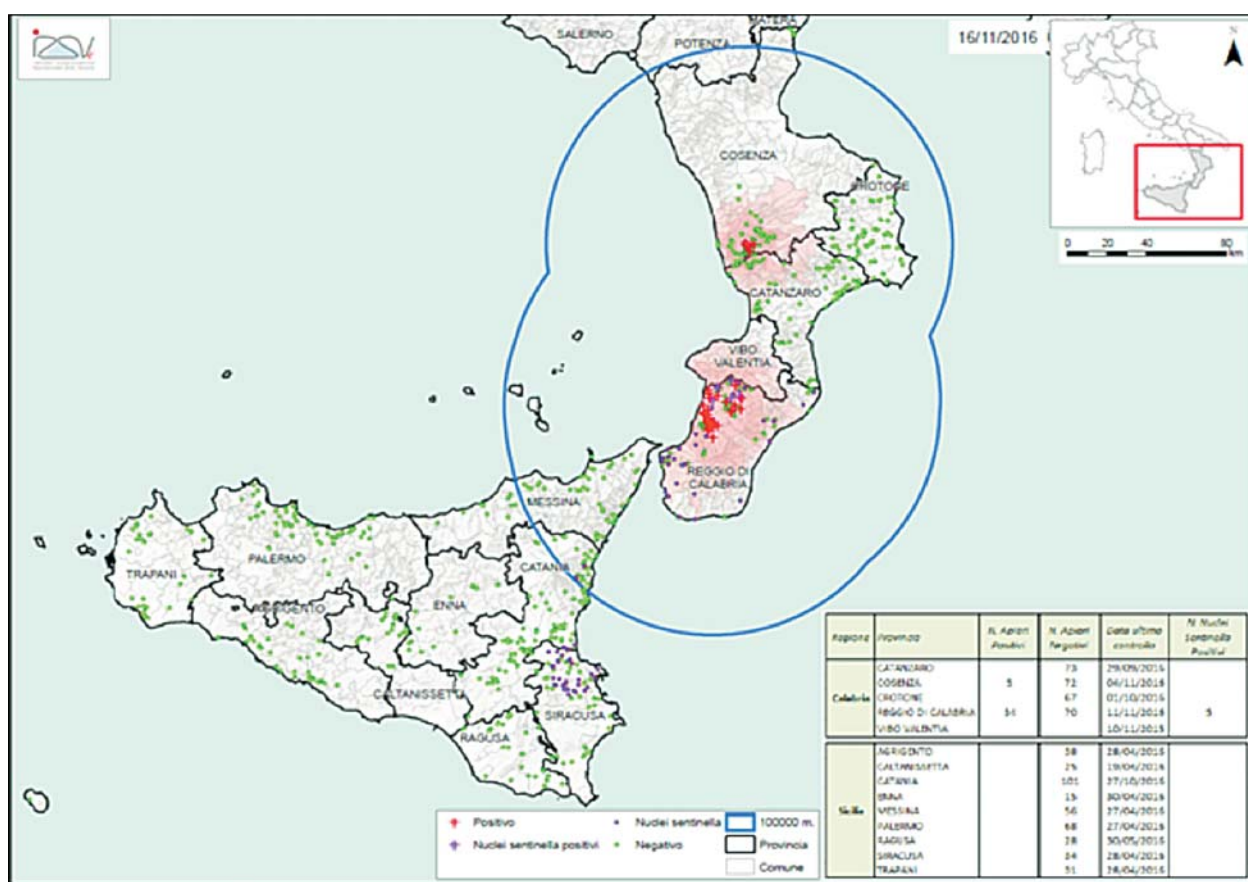


Fig. 1 – Apiari infestati da *A. tumida* nel 2016 nella regione Calabria. Rosso = apiari positivi, verde = apiari negativi, viola = nuclei sentinella.

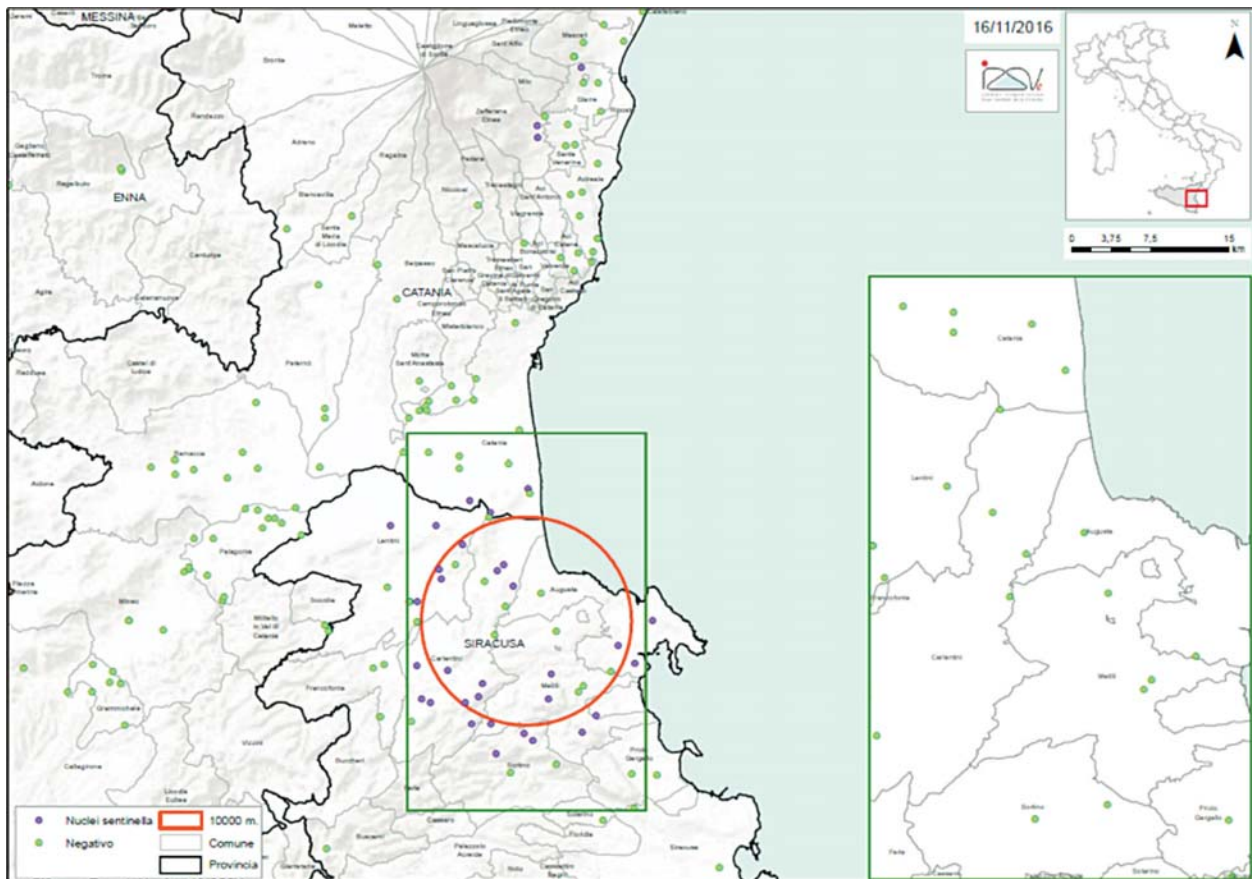


Fig. 2 – Zona di protezione di 10 km di raggio istituita attorno all'unico apiario infestato da *A. tumida* rilevato nel novembre 2014 in Sicilia. Verde = apiari negativi, viola = nuclei sentinella.

dovesse modificarsi nel senso di una maggiore estensione dell'area interessata dalla presenza di *A. tumida*. In particolare, la gestione dell'infestazione, le limitazioni alle movimentazioni e l'attività di sorveglianza.

Il Ministero della Salute ha disposto:

- l'obbligo di notifica dell'infestazione da *A. tumida*,
- il divieto di movimentazione di api e materiale apistico;
- il censimento di apiari e alveari.

È stata istituita una zona di protezione di 20 km di raggio attorno al primo focolaio in cui si è proceduto a:

- censire gli apiari;
- visitare tutti gli apiari;
- visita clinica delle colonie sulla base di una prevalenza attesa del 5%;
- sopprimere le api e a distruggere gli apiari infestati con indennizzo secondo la Legge 218/88 e il Decreto ministeriale 19.11.2014;
- posizionare le trappole diagnostiche in caso di visita clinica con esito negativo;
- verificare la tracciabilità delle movimentazioni commerciali e nomadismo rispetto alla zona infestata.

È stata istituita una zona di sorveglianza di 100 km

di raggio attorno alla zona di protezione in cui si è proceduto a:

- censire degli apiari;
- visita clinica degli apiari individuati sulla base del rischio (movimentazione in aree a rischio, scambi di api o materiali) o random;
- visita delle colonie sulla base di una prevalenza attesa del 2%;
- posizionare le trappole diagnostiche in caso di visita clinica con esito negativo;
- verificare la tracciabilità delle movimentazioni commerciali e nomadismo rispetto alla zona infestata.

Nella zona di sorveglianza, estesa a tutto il territorio della regione Calabria, non sono stati individuati apiari infestati.

Analoghi provvedimenti sono stati adottati anche nella regione Sicilia, con una zona di protezione di 10 km di raggio attorno all'unico apiario infestato rilevato nel comune di Melilli (SR) a novembre 2014 (Fig. 2).

PIANO NAZIONALE DI SORVEGLIANZA PER *A. TUMIDA*

A seguito della conferma della presenza di *A. tumida* la Direzione Generale della sanità animale

e dei farmaci veterinari con nota ministeriale 0020069-01/10/2014-DGSAF-COD_UO-P ha disposto controlli negli apiari che avevano effettuato attività di nomadismo nella Regione Calabria nel corso del 2014.

Nel corso del 2015 e del 2016, le Regioni e le Province Autonome hanno realizzato il piano nazionale di sorveglianza per *A. tumida* secondo la nota ministeriale 0007104-19/03/2015-DGSAF-COD_UO-P e 0003096-08/02/2016-DGSAF-COD_UO-P.

A tale riguardo, nonostante non sia stata ancora completata la raccolta dei dati relativa al 2016, non è ad oggi segnalata la presenza di *A. tumida* nelle altre regioni italiane.

Tuttavia, considerato il persistere della presenza di questo coleottero nel territorio della regione Calabria, come da nota ministeriale 0022345-28/09/2016-DGSAF-MDS-P, si ritiene necessario realizzare anche per il 2017 un analogo piano di sorveglianza che coinvolga l'intero territorio nazionale.

Il piano di sorveglianza prevede la suddivisione del territorio nazionale in tre macroregioni (nord, centro e sud) a ciascuna delle quali sono assegnati 164 apiari stanziali selezionati con criterio random (prevalenza attesa del 2% con intervallo di confidenza del 95% e sensibilità del metodo visita clinica del 90%) da sottoporre a controllo clinico. Detta visita deve essere eseguita in primavera. Alla fine della stagione attiva è prevista una seconda fase del piano che prevede la visita clinica di apiari nomadi selezionati sulla base del rischio (<http://www.izsvenezie.it/aethina-tumida-in-italia/>).

Per le regioni Calabria e Sicilia, in funzione della loro situazione epidemiologica, è stato predisposto un piano di sorveglianza specifico che prevede il controllo degli apiari e degli alveari all'interno della zona di protezione selezionati in base ad una prevalenza attesa del 5% e nella zona di sorveglianza del 2%. La sorveglianza sarà integrata anche dall'impiego di nuclei sentinella in aree a rischio predefinite.

In relazione all'origine di *A. tumida* rilevata in Italia (GRANATO *et al.*, 2016), per il 2017 è stato predisposto un piano di sorveglianza specifico con nuclei sentinella nel territorio circostante alcuni porti italiani, Livorno, Genova, Napoli e Salerno, attraverso i quali l'Italia introduce legname proveniente dall'Africa.

La realizzazione di questo piano di sorveglianza dovrebbe fornire l'attuale situazione epidemiologica nonché garanzie agli altri Stati membri, alla Commissione Europea e agli Stati terzi, circa la capacità del medesimo sistema di rilevare quanto prima la presenza di *A. tumida* sul territorio di competenza.

Il piano di sorveglianza inoltre si affianca all'attività di controllo della movimentazione di api e materiale apistico che sappiamo svolgere un ruolo favorente la possibile diffusione dell'infestazione, come peraltro

evidenziato anche nel recente parere scientifico pubblicato dall'EFSA (2015).

Queste considerazioni devono richiamare l'attenzione sull'importanza del programma di sorveglianza nazionale per *A. tumida* iniziato già nel 2015 e sulla necessità che gli apicoltori prestino molta attenzione all'origine delle colonie e del materiale apistico che acquisiscono e alle movimentazioni effettuate alla luce della presenza di *A. tumida* in Calabria e della facilità con cui la stessa può essere trasportata anche molto lontano dalle zone in cui la sua presenza è riconosciuta.

ANALISI GENETICA

GRANATO *et al.* (2016) hanno effettuato uno studio su campioni di adulti e larve di *A. tumida* raccolti nei focolai accertati in Calabria e in Sicilia nel periodo 2014-15 con lo scopo di stabilire i rapporti filogenetici e la possibile origine di *A. tumida* in Italia. L'indagine si è basata sulla comparazione delle sequenze del gene *cox1* con le corrispondenti regioni disponibili nel database *GenBank*. Il metodo *neighbour-joining* ha rivelato che il primo campione raccolto in Italia apparteneva ad un gruppo all'interno del quale era presente un campione di *A. tumida* africano originario del Camerun (AfricCam3). L'indagine ha messo in evidenza che tutti i campioni prelevati in Calabria e in Sicilia appartengono ad un singolo gruppo non compatibile con altri gruppi rilevati negli altri continenti in cui *A. tumida* si è diffuso dal 1996 ad oggi. Inoltre, i campioni italiani si suddividono in due gruppi: il gruppo B1 che comprende la sequenza di AfricCam3 e dei primi campioni raccolti in Calabria; e il gruppo B2 che comprende i campioni della Calabria e quelli dell'unico focolaio della Sicilia che condividono le stesse sequenze del gene *cox1* (Fig. 3). *A. tumida* sembra quindi essere stata introdotta in Italia dall'Africa e fa supporre un'introduzione indipendente o contemporanea nelle due regioni interessate. Lo scenario più probabile è che *A. tumida* sia stata introdotta in Calabria e che sia poi seguita una migrazione in Sicilia mediata dall'uomo (apicoltore). Va tuttavia sottolineato il perdurare dell'assenza di indizi sulle sue modalità di introduzione.

APIARI INFESTATI DA *A. TUMIDA* IN PROVINCIA DI COSENZA

Alla fine di luglio 2016 nei comuni di Grimaldi, Altìlia e Melito (CS) (Fig. 4) sono stati individuati un totale di 5 apiari, appartenenti ad uno stesso apicoltore, infestati da *A. tumida* (Nota ministeriale 0019087-08/08/2016-DGSAF-DGSAF-P). I prov-

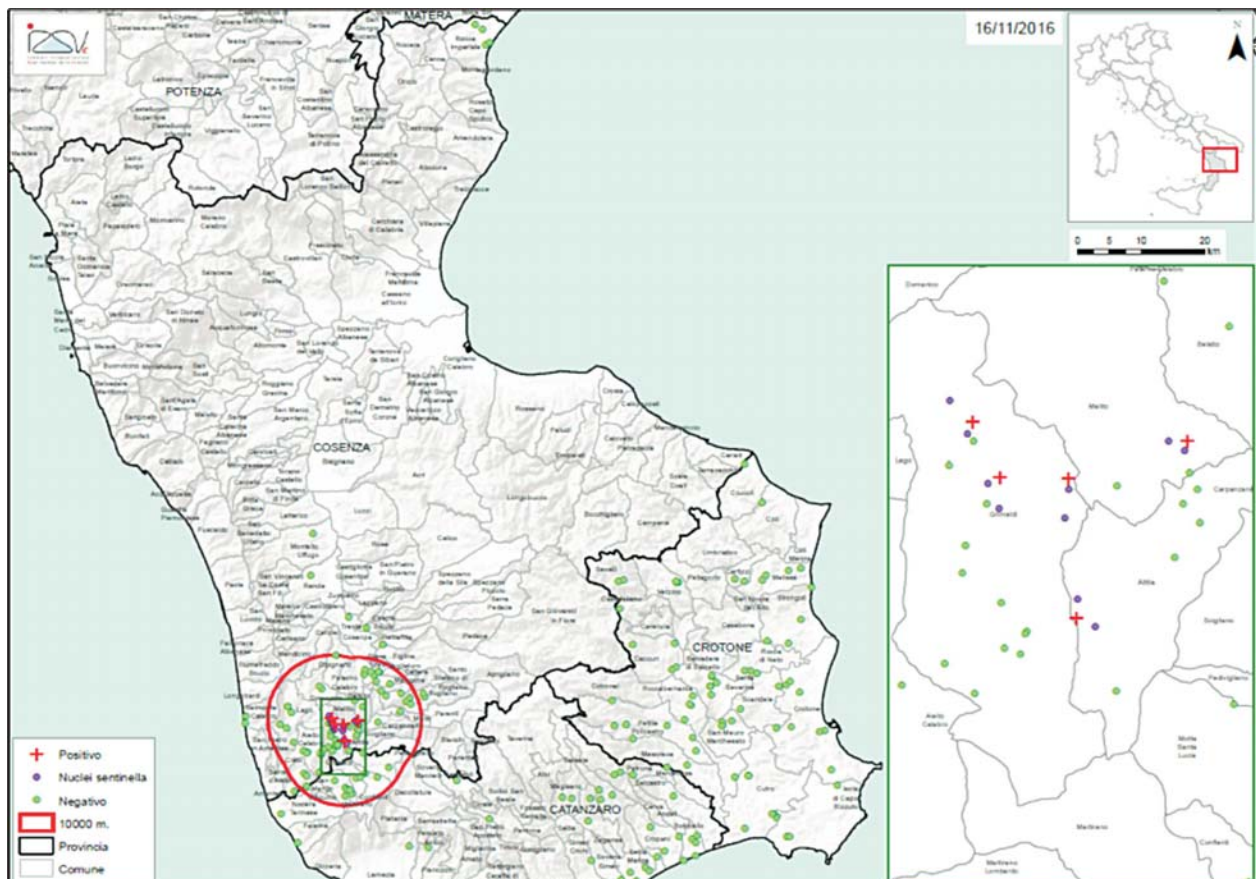
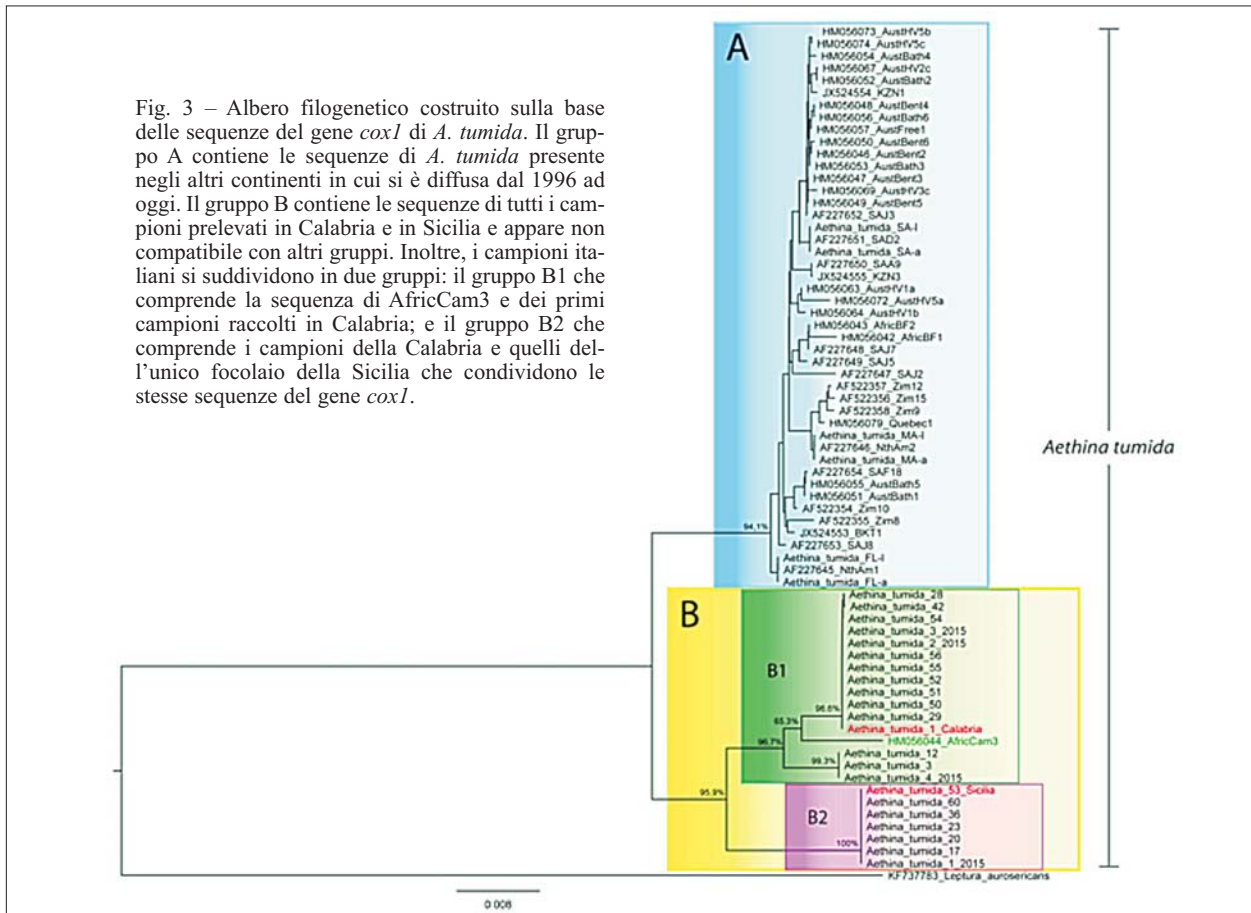


Fig. 4 – Apiari infestati da *A. tumida* in provincia di Cosenza. Rosso = apiari positivi, verde = apiari negativi, viola = nuclei sentinella.

vedimenti adottati sono stati gli stessi già applicati nei precedenti focolai. L'indagine epidemiologica condotta dai Servizi veterinari dell'Azienda sanitaria provinciale e le ulteriori indagini condotte del Corpo Forestale dello Stato hanno permesso di individuare nella movimentazione di alveari nella zona di protezione o nelle sue immediate vicinanze, seguita dal rientro nel territorio di origine, la fonte della loro infestazione. Le analisi genetiche eseguite sui campioni di *A. tumida* raccolti in questi apiari hanno confermato che appartengono allo stesso gruppo dei campioni raccolti nella zona di protezione di Gioia Tauro.

Conseguentemente al rinvenimento e alla distruzione di questi apiari infestati, negli stessi siti sono stati posizionati i nuclei sentinella (Nota ministeriale 0021521-19/09/2016-DGSAF-MDS-P).

Inoltre, a seguito del ritrovamento di *A. tumida* in provincia di Cosenza, è stata definita una nuova zona di sorveglianza (100 km di raggio attorno al focolaio), interessando alcuni comuni della regione Basilicata al confine con la Calabria.

INDAGINE SULLA PRESENZA DI COLEOTTERI DELLA FAMIGLIA *NITIDULIDAE* SULLA FRUTTA IN DECOMPOSIZIONE NELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA

Un'indagine preliminare condotta fra settembre 2014 e luglio 2015 nella zona di protezione della provincia di Reggio Calabria ha rilevato la presenza sulla frutta marcia (agrumi) di 7 diverse specie di coleotteri della famiglia *Nitidulidae*. In nessun caso è stata rilevata la presenza di *A. tumida* (MUTINELLI *et al.*, 2015).

PROSPETTIVE FUTURE E CONCLUSIONI

La situazione attuale vede *A. tumida* ancora presente in Calabria all'interno della zona di protezione di 20 km di raggio istituita a settembre 2014. Nel luglio del 2016 in provincia di Cosenza, alcuni apiari appartenenti ad un unico apicoltore sono risultati infestati da *A. tumida*. L'origine dell'infestazione è stata attribuita alla movimentazione di alveari nella zona già infestata della provincia di Reggio Calabria e al loro ritorno nel territorio di origine. In Sicilia, ad oggi, risulta un solo apiario infestato nel comune di Melilli (SR) individuato nel novembre 2014. I provvedimenti adottati nelle due regioni interessate sono stati gli stessi, diretti ad eradicare e a contenere l'infestazione. Le misure adottate hanno impedito finora l'ulteriore diffusione dell'infestazione da *A. tumida* sia nel resto dell'Italia sia in Europa. Le misure restrittive adottate dalla Commissione Europea con la decisione di esecuzione 2014/909/UE, la cui applicazione è stata estesa

al 31 marzo 2017, sono dirette a prevenire l'ulteriore diffusione del coleottero nel territorio dell'Unione Europea ancora indenne e riguardano il divieto di spedizione di partite di api mellifere, bombi, sottoprodotti apicoli non trasformati, attrezzature apistiche e miele in favo per il consumo umano, dalle regioni Calabria e Sicilia verso altre zone dell'Unione.

Qualora dovesse mutare la situazione epidemiologica potrebbe cambiare anche l'attuale strategia di eradicazione e contenimento in vigore. Il riconoscimento dell'insediamento di *A. tumida* in un territorio potrebbe implicare l'interruzione della strategia dello *stamping out* degli apiari infestati e l'applicazione di misure dirette a contenere l'infestazione (ridurre il numero di adulti) e a limitarne l'ulteriore diffusione.

In prospettiva andranno considerati l'applicazione delle buone pratiche apistiche (famiglie forti che occupano completamente lo spazio disponibile e non lasciano superfici non presidiate disponibili per il coleottero), l'utilizzo di trappole per la cattura degli adulti, la bonifica del terreno con piretroidi in presenza di danni ai favi causati dalle larve, la restrizione delle movimentazioni che, come detto, costituiscono la principale via di diffusione del coleottero, l'appropriata gestione della sala di smielatura [attenta pulizia, smielatura in tempi brevi (1-3 giorni), temperatura <10°C, umidità relativa <50%]. Ad oggi non è disponibile nell'Unione Europea un farmaco autorizzato per il controllo dell'infestazione *A. tumida*. Va tuttavia sottolineato che il farmaco, efficace solo nei confronti degli adulti, di per se non costituisce la soluzione del problema. Infatti, il suo eventuale utilizzo è solo un elemento della strategia di lotta all'infestazione da *A. tumida*.

Queste considerazioni devono richiamare l'attenzione sull'importanza del programma di sorveglianza nazionale per *A. tumida* iniziato già nel 2015 e sulla necessità che gli apicoltori prestino molta attenzione sia all'origine delle colonie e del materiale apistico che acquisiscono, sia alle movimentazioni effettuate, alla luce della presenza di *A. tumida* in Calabria e della facilità con cui la stessa può essere trasportata anche molto lontano dalle zone in cui la sua presenza è riconosciuta.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano Luciana Barzon per la gestione dei dati, Claudia Casarotto e Monica Lorenzetto per la preparazione delle mappe.

RIASSUNTO

Aethina tumida Murray, il piccolo coleottero dell'alveare (SHB), è stato segnalato per la prima volta in Italia nel settembre 2014 in nuclei di api vicino al porto di Gioia Tauro in Calabria (Italia meridionale). Nel mese di novembre 2014,

un unico apiario infestato è stato individuato in Sicilia. Le analisi genetiche hanno rivelato l'origine africana dello SHB introdotto in Italia. Le misure adottate in Italia richiedono la notifica immediata della presenza dello SHB ai servizi veterinari locali, il divieto di movimentazione delle colonie e degli apiari interessati, la distruzione degli apiari infestati seguita dall'aratura e dal trattamento con piretroidi del terreno circostante. In Calabria, tra il 2014 e il 2016, sono stati rilevati e distrutti 129 siti positivi ed uno solo in Sicilia. Il Ministero della Salute ha garantito il risarcimento agli apicoltori in base alla normativa vigente. Inoltre, sono state istituite una zona di protezione (20 km di raggio) ed una di sorveglianza (100 km di raggio) attorno al primo focolaio. In seguito, la zona di sorveglianza è stata estesa a tutto il territorio della regione Calabria. Nella zona di protezione tutti gli apiari sono stati sottoposti a visita clinica con georeferenziazione e l'ispezione visiva delle colonie è stata eseguita sulla base di una prevalenza attesa del 5% (95% IC). Nella zona di sorveglianza, gli apiari sono stati selezionati in modo casuale o sulla base dell'analisi del rischio e le colonie sono state ispezionate secondo una prevalenza attesa del 2% (95% IC). Nuclei sentinella sono stati installati nella zona di protezione ed attorno ad essa per migliorare il possibile rilevamento dello SHB. Inoltre, nel 2015 e 2016 è stato realizzato, in primavera e in autunno, un programma nazionale di sorveglianza per lo SHB. Al di fuori delle due regioni interessate non c'è stata alcuna segnalazione di SHB. Un programma di sorveglianza simile sarà attuato anche nel 2017 con l'integrazione di nuclei sentinella attorno ai porti interessati dall'importazione di legno dall'Africa. Sono altresì discusse le prospettive future di contenimento e di controllo.

BIBLIOGRAFIA

- EFSA AHAW Panel (EFSA PANEL ON ANIMAL HEALTH AND WELFARE), 2015 – *Scientific opinion on the survival, spread and establishment of the small hive beetle (Aethina tumida)*. EFSA J. 13(12):4328, 77 pp.
- GRANATO A., ZECCHIN B., BARATTO C., DUQUESNE V., NEGRISOLO E., CHAUZAT M.-P., RIBIÈRE-CHABERT M., CATTOLI G., MUTINELLI F., 2016 – *Introduction of Aethina tumida Murray 1867 (Coleoptera: Nitidulidae) in the regions of Calabria and Sicily (Southern Italy)*. - Apidologie, doi: 10.1007/s13592-016-0465-3
- MUTINELLI F., MONTARSI F., FEDERICO G., GRANATO A., MARONI PONTI A., GRANDINETTI G., FERRÈ N., FRANCO S., DUQUESNE V., RIVIÈRE M.-P., THIÉRY R., HENDRIKX P., RIBIÈRE-CHABERT M., CHAUZAT M.-P., 2014 – *Detection of Aethina tumida Murray (Coleoptera: Nitidulidae.) in Italy: outbreaks and early reaction measures*. - J. Apicult. Res., 53: 569-575.
- MUTINELLI F., FEDERICO G., CARLIN C., MONTARSI F., AUDISIO P., 2015 – *Preliminary investigation on the occurrence of Nitidulidae beetles on rotten fruits in A. tumida infested territories of Reggio Calabria province (Southern Italy)*. - J. Apicult. Res., 54: 233-235.
- NEUMANN P., PETTIS J. S., SCHÄFER M.O., 2016 – *Quo vadis Aethina tumida? Biology and control of small hive beetle*. Apidologie, 47: 427-466.
- PALMERI V., SCIRTÒ G., MALACRINÒ A., LAUDANI F., CAMPOLO O., 2015 – *A new pest for European honey bees: first report of Aethina tumida Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in Europe*. Apidologie, 46: 527-529.

ORIGINE DI *AETHINA TUMIDA* E ADATTAMENTI DALL'ANTOFAGIA ALLA MELITTOFAGIA: DALLO STUDIO DELL'AUTOECOLOGIA IN NATURA ALLA PIANIFICAZIONE DI INTERVENTI DI CONTROLLO

PAOLO AUDISIO (*)

(*) Dipartimento di Biologia e Biotecnologie "C. Darwin", Sapienza Università di Roma, via A. Borelli 50, I-00161 Roma, Italy. e-mail: paolo.audisio@uniroma1.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità delle api e nuove minacce da insetti alieni per l'apicoltura italiana: *Aethina tumida* e *Vespa velutina*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 18 novembre 2016.

Ecology in natural habitats (from anthophagy to melittophagy) and phylogenetic position of Aethina tumida: possible bases for perspectives of control?

A short review of the phylogenetic placement and of some aspects of biology and evolutionary ecology of the Small Hive Beetle (SHB) *Aethina tumida* (Coleoptera, Nitidulidae), recently introduced into southern Italy (Calabria, Gioia Tauro area), is presented. This paper highlights some aspect of the SHB biology probably useful for perspectives of integrated control of the species in southern Italy, and preliminarily presents some low-cost mechanical devices potentially capable to strongly limit the access to beehives by adult SHBs and the access to soil by larvae for pupation.

KEY WORDS: Small Hive Beetle, *Aethina tumida*, Italy, ecology, control.

INTRODUZIONE

Aethina tumida Murray, 1867 è notoriamente uno dei più rilevanti pest di api da miele in Nord America e Australia, dove è stata introdotta dall'Africa tra la fine degli anni '90 del secolo scorso e i primi anni del presente secolo. Introdotta accidentalmente, per vie ancora sconosciute, anche in Europa (Calabria) nella zona di Gioia Tauro nel 2014 (IZSV, 2014; BAVIERA e AUDISIO, 2014; PALMERI *et al.*, 2015; MUTINELLI *et al.*, 2015), la specie rischia ormai di sfuggire ai tentativi di eradicazione nell'area, minacciando di diffondersi lungo la Penisola nel corso dei prossimi anni (MAIORANO e AUDISIO, 2017). Centinaia sono ormai gli articoli pubblicati sui vari aspetti della biologia della specie, studiati in particolare nei suoi habitat secondari di introduzione (si veda ad esempio le recenti rassegne di NEUMANN e ELLIS, 2008, CUTHBERTSON *et al.*, 2013 e di NEUMANN *et al.*, 2013, 2016), ma poco si sa in realtà sull'origine della specie, le sue affinità filogenetiche e i suoi adattamenti alla melittofagia che ne hanno consentito la specializzazione a danno di Apoidei selvatici e di interesse apistico. In questo breve articolo ho appunto tentato di riassumere alcuni aspetti della biologia della specie nei suoi habitat naturali dell'Africa subtropicale, oltre a informazioni sulle altre specie più o meno affini del genere, potenzialmente utili nel loro insieme anche in prospettiva di possibili azioni di controllo della specie in Calabria e in Italia meridionale.

IL GENERE *AETHINA* ERICHSON

Il genere *Aethina* Erichson, 1843 appartiene alla vasta sottofamiglia dei Nitidulidae Nitidulinae, e comprende circa un centinaio di specie (tra note e non ancora descritte), frazionate all'interno di cinque sottogeneri più o meno univocamente riconosciuti, con distribuzione prevalentemente concentrata nelle aree paleotropicali. La maggioranza delle specie sono infatti presenti con areali più o meno ristretti, tra Australia, Nuova Guinea, Sud-Est Asiatico, India, Cina meridionale e Africa tropicale e subtropicale (KIREJTSHUK & LAWRENCE, 1999; KIREJTSHUK, 2008); poche specie raggiungono primariamente anche la Cina paleartica, il Giappone e la Corea (JELÍNEK e AUDISIO, 2007). La maggioranza delle specie, riferibili in particolare ai sottogeneri *Circopes* e *Idaethina*, mostrano una spiccata tendenza all'antofagia, e si trovano normalmente associate a fiori e infiorescenze di diverse famiglie vegetali, quali ad esempio Acanthaceae (alcuni *Circopes*, *Ithyra*) e Malvaceae (alcune *Idaethina*). Poche specie risultano invece micetofaghe o carpo-faghe, mostrando quindi ancora relazioni trofiche ecologicamente e filogeneticamente "basali" con sostanze in decomposizione e con batteri, lieviti e funghi a queste associate. Queste relazioni trofiche caratterizzano in effetti la maggior parte delle specie di Nitidulinae, associate appunto ad ambienti forestali in qualità di elementi subcorticicoli, micetofagi e carpo-fagi (AUDISIO, 1993).

L'antofagia nei Nitidulinae e verosimilmente anche nell'intera famiglia (dove manifesta i massimi livelli di specializzazione nei Meligethinae) si è probabilmente evoluta attraverso una tipica sequenza tra mictofagia-saprofagia-carpofagia-antofagia, che ha consentito a entità precedentemente carpofaghe generaliste di passare a specializzarsi a spese di fiori e infiorescenze con elevato contenuto zuccherino dei nettari, fino a diventare antofagi specializzati allo stadio larvale, come tutte le Meligethinae. Tra le *Aethina*, un piccolo gruppo di specie africane del sottogenere tipico, probabilmente associate in origine come antofaghe generaliste proprio a infiorescenze con elevato contenuto zuccherino dei nettari, è infine passata ad una ulteriore e insolita specializzazione, trasferendo il loro sviluppo larvale all'interno di nidi sociali di Imenotteri Apoidei impollinatori. A questo piccolo gruppo di specie, tutte africane e concentrate nella porzione sud-orientale del continente, appartiene appunto anche *Aethina tumida* Murray, 1867.

ADATTAMENTI DI *AETHINA TUMIDA* NEGLI AMBIENTI NATURALI

Aethina tumida è specie divenuta ormai comune in buona parte dell'Africa tropicale e subtropicale, dove si è ampiamente diffusa in tempi storici a partire probabilmente dal Sud Africa orientale, al seguito delle colonie di api domestiche africane, all'interno dei cui favi le larve prevalentemente si sviluppano, consumando miele e polline accumulati. A causa del lungo adattamento coevolutivo che ha verosimilmente coinvolto i ceppi di *Apis mellifera* africani e *Aethina tumida*, i danni che questa specie è in grado di infliggere in Africa agli alveari sono piuttosto ridotti e perlopiù limitati a colonie già indebolite da altri fattori. Le api africane sono infatti decisamente più aggressive di quelle europee e sono in grado di contrastare più facilmente sia gli accessi di adulti di *Aethina* agli alveari, sia di controllare e confinare più agevolmente l'eventuale presenza di piccoli nuclei di individui all'interno delle colonie, limitandone fortemente i danni.

La specie in natura è in grado di parassitare le colonie di diverse famiglie differenti di imenotteri Apoidei, con particolare riferimento agli Apidae che realizzano i propri nidi sociali all'interno di alberi cavi e in piccole altre cavità naturali. In una occasione ho avuto modo di osservare in Sud Africa (KwaZulu-Natal) alcuni esemplari di *Aethina tumida* che tentavano invano di accedere a un tronco di albero morto esposto al sole, in corrispondenza di alcuni nodi di rami spezzati che avevano lasciato "impronte" scure simulanti piccoli fori nel legno, con un comportamento simile a quello noto per molti imenotteri apoidei che nidi-

ficano in piccole cavità, quali in particolare i comuni rappresentanti europei del genere *Xylocopa*.

L'attrazione di *Aethina* verso i nidi degli Apoidei parassitati sembra essere legata soprattutto al forte e ben noto tropismo verso combinazioni odorose di polline fresco, miele leggermente fermentato per la presenza di particolari lieviti diffusi dalla stessa *Aethina*, e feromoni rilasciati dalle api (per una sintesi aggiornata si veda ancora in CUTHBERTSON *et al.*, 2013 e in NEUMANN *et al.*, 2016). Il tropismo positivo di *Aethina tumida* nei confronti di altri volatili notoriamente molto efficaci per attirare grandi quantità di adulti di Nitidulidae saprofagi o carpofagi (in particolare delle sottofamiglie Nitidulinae, Carpophilinae, Epuraeinae e Cryptarchinae), come alcoli derivanti dalla fermentazione di frutta matura o in decomposizione (PHELAN e LIN, 1991; AUDISIO, 1993), sembra essere molto ridotto, come recentemente dimostrato anche da MUTINELLI *et al.*, (2016). Questo riscontro non deve sorprendere, conoscendo la storia evolutiva più recente del clade cui la specie appartiene, prevalentemente composto, come abbiamo visto, da organismi antofagi.

Abbiamo però osservato come un certo livello di attrazione sia verosimilmente legato anche a stimoli visivi quali la presenza di "spot" scuri risaltanti su campi più chiari, che simulino degli accessi a piccole cavità arboree. Il fenomeno è del resto ben noto anche in molti insetti saproxilici, associati alle sostanze organiche e fungine presenti nelle cavità arboree, per i quali sono stati anche messi a punto metodi di attrazione noti come "black cross window aerial traps", che combinano l'intercettazione casuale degli insetti in volo con l'attrazione esercitata nei confronti di molti saproxilici da elementi (piccoli pannelli) di materiale scuro (BOUGET *et al.*, 2008).

Una volta completato il proprio accrescimento larvale all'interno delle colonie di imenotteri, con temperature ambientali ottimali superiori ai 25 °C (DE GUZMAN e FRAKE, 2007), *Aethina* necessita poi obbligatoriamente di uscire dal nido sotto forma di larva di ultimo stadio e di impuparsi al suolo, nei pressi della colonia in cui ha svolto la prima parte del proprio ciclo di sviluppo (NEUMAN e ELZEN, 2004; NEUMAN e ELLIS, 2008; BERNIER *et al.*, 2014). Per l'impupamento necessita di suoli idonei, sufficientemente soffici e penetrabili, con un tenore di umidità medio-alto, e con temperature dei mesi o periodi più freddi ampiamente al di sopra del limite degli 0 °C.

TRASFERIMENTO DI INFORMAZIONI BIONOMICHE IN PROSPETTIVE DI CONTROLLO

Nelle altre aree di introduzione e di attuale diffusa presenza secondaria (Nord America ed Australia),

dove *Aethina* ha manifestato livelli di danni alle colonie di api domestiche di origine europea in alcuni casi molto significativi (CUTHBERTSON *et al.*, 2013; NEUMANN *et al.*, 2016; LODESANI, 2017), i principali metodi di lotta e di controllo adottati o sperimentati si sono basati soprattutto sull'utilizzo di insetticidi di sintesi o liquidi tossici in grado di abbattere porzioni significative degli individui del parassita all'interno delle colonie, attraverso l'uso di specifiche trappole introdotte nelle arnie ("bottom boards"). Questa tecnica, già di per sé discutibile, sarebbe quasi improponibile in Italia, dove gli standard sanitari e di sicurezza degli alimenti non ne consentirebbero l'utilizzo senza il rischio di compromettere la qualità dei prodotti apistici interessati. Altri metodi di controllo sono stati sperimentati anche attraverso l'utilizzo di batteri killer diffusi negli alveari, in grado di eliminare selettivamente i parassiti salvaguardando invece le colonie di api, oltre a vari dispositivi di trappolamento in esterno, utilizzando come attrattivi soprattutto combinazioni di miele, polline e corpi di api.

Pur ammettendo come *Aethina tumida* rappresenti un problema serio per l'apicoltura italiana ed europea, il cui contrasto e controllo si è già altrove dimostrato difficile, ritengo si debbano indirizzare gli sforzi di ricerca nel campo del controllo potenziale delle popolazioni della specie nelle aree di neo-introduzione soprattutto su sistemi di contrasto preventivo, che ne impediscano o ne riducano fortemente le possibilità di accesso all'interno degli alveari, piuttosto che tentare di ridurre i danni, ad accesso massivo già avvenuto; oppure che, in parallelo, ad accesso avvenuto, siano in grado di abbattere il numero di adulti nell'alveare solo con mezzi meccanici (trappolamenti senza agenti chimici tossici); oppure ancora, attraverso altri metodi meccanici che siano in grado di azzerare o quasi l'accesso al suolo delle larve mature per compirvi l'impupamento, in modo da interrompere il ciclo biologico della specie (almeno a livello delle colonie controllate dall'uomo) in questa fase, che sembra potenzialmente rappresentare il punto debole del suo intero schema riproduttivo.

In questa direzione il nostro gruppo di ricerca, con il fondamentale aiuto, l'assistenza logistica e non pochi suggerimenti di alcuni apicoltori di diverse regioni italiane (si veda di seguito nei Ringraziamenti) ha avviato (dal 2015) e sta proseguendo (2016, 2017) attività preventive di progettazione e di sperimentazione sul campo di metodi alternativi di controllo della specie, la cui efficacia sarà valutata nei prossimi mesi.

Pur nella fase preliminare in cui ci troviamo, ritengo comunque utile elencare brevemente alcuni di questi sistemi meccanici di controllo, in attesa che appunto la loro efficacia sul campo e le loro priorità di utilizzo vengano comprovate con metodi sperimentali e sta-

tisticamente robusti (una tesi sperimentale di laurea in area biologica per il 2017 dell'Università "La Sapienza" di Roma è peraltro dedicata specificamente a questo tema).

LIMITAZIONE DEGLI ACCESSI

La limitazione o il quasi totale abbattimento degli accessi degli adulti agli alveari potrebbe teoricamente risultare il punto chiave per il controllo della specie. Una prima ipotesi di lavoro, già in parte sperimentata in passato con diversi dispositivi anche da altri (ARBOGAST *et al.*, 2007), aveva preso in considerazione la progettazione di diversi sistemi di "deviazione" degli adulti dagli alveari verso diversi modelli di "false arnie-trappole" innescate con attrattivi (miele, polline e resti di api), aperte verso l'esterno con evidenti micro-pannelli neri e griglie anti-api, con all'interno una mini *pitfall-trap* con acqua o acqua e aceto di vino e poche gocce di olio minerale, collocate nelle vicinanze degli apiari. Le prime sperimentazioni sul campo in Calabria (estate 2015 e primavera-estate 2016) hanno dato risultati abbastanza incoraggianti, ma è risultato quasi subito piuttosto evidente come questi dispositivi non fossero sufficientemente competitivi nelle capacità attrattive se confrontate con quelle dei veri alveari. Si sono infatti ottenuti solo dei discreti livelli di intercettazione di adulti, non in grado però di abbattere in maniera significativa il numero di accessi di questi agli alveari. Un'evoluzione di questa idea (F. Artese, dati inediti) ha previsto anche il convogliamento degli effluvi attrattivi rilasciati da due o tre alveari "veri" tramite microventole verso tubi in plastica che terminassero in "arnie-trappole" simili a quelle appena descritte. Il sistema è risultato più complesso e costoso da realizzare sotto il profilo tecnico, ma è tutt'ora in fase di sperimentazione; ci si aspetta comunque che possa aumentare sensibilmente i livelli di competitività delle arnie-trappola così organizzate, riducendo sensibilmente l'accesso degli adulti di *Aethina* negli alveari.

In parallelo è stata poi sviluppata un'altra strategia (F. Blancuzzi e P. Audisio, dati inediti), basata sull'idea peraltro non nuova (ELLIS *et al.*, 2002) di rendere più difficile l'accesso degli adulti di *Aethina* negli alveari, in questo caso "occultando" l'accesso delle api tramite un blocco di legno o di plastica, spostandolo al di sotto di questo, in posizione quasi invisibile dall'esterno, contemporaneamente realizzando al di sopra del vero accesso un dispositivo di mini arnia-trappola con falso accesso destinato all'*Aethina*, molto evidente e di colore scuro, collegato direttamente attraverso un foro e una rete di filtraggio con l'interno dell'arnia, quindi in collegamento diretto

con le sostanze volatili attrattive presenti all'interno dell'alveare, ma associato inferiormente a una piccola trappola a caduta con acqua e olio minerale. Al momento sono in sperimentazione una piccola serie di diversi modelli artigianali realizzati in legno, ma è in avanzata fase di progettazione un dispositivo monoblocco in plastica a basso costo, con cestello-trappola removibile e svuotabile con facilità, adattabile in esterno alla quasi totalità delle arnie. Questo dispositivo monoblocco dovrebbe combinare i vantaggi di una facile e semplice installazione, un basso costo produttivo, una buona efficienza teorica di blocco delle intrusioni, e di costi e tempi di manutenzione irrisori. L'unico problema potrebbe essere rappresentato dalla potenziale maggiore difficoltà anche da parte delle api di entrare e uscire dall'arnia attraverso il sopra citato ingresso "nascosto", che potrebbe in qualche misura ridurre la produttività delle colonie. Contiamo comunque di avere entro il 2017 dati di campo sufficienti per valutare l'insieme dei "nuovi" metodi anti-intrusione sinora progettati e i loro rispettivi vantaggi e svantaggi.

ABBATTIMENTO DI ADULTI ALL'INTERNO DEGLI ALVEARI

Questi metodi sono da anni in utilizzo soprattutto negli Stati Uniti, impiegando in particolare i così detti "Beetle Blaster" monouso (si veda ad esempio il sito www.betterbeetleblaster.com), brevi e strette "grondaie" di plastica fornite di griglia, inserite tra i telai all'interno delle arnie (dovrebbero essere collocate nel melario superiore in estate e nel nido in inverno), senza attrattivi né sostanze tossiche di abbattimento. In alternativa o in parallelo sono anche utilizzate trappole innescate con attrattivi a basso rischio (in particolare acido borico + attrattivi naturali - BAA) che simulino le sostanze volatili generate dal processo di fermentazione del miele innescato dall'*Aethina* e dai lieviti ad essa associati. Oppure con altri tipi di trappole contenenti insetticidi organici (in particolare Cumaphos) o liquidi tossici.

Tutti e tre i metodi sono abbastanza efficienti nell'abbattere percentuali significative di adulti e larve già presenti negli alveari, ma i danni residui prodotti comunque dalle *Aethina* superstiti sui prodotti apistici rimangono rilevanti; il terzo tipo di trappole, inoltre, introducendo anche sostanze tossiche all'interno degli alveari, desta come già accennato forti perplessità sulle possibilità di utilizzo, in primo luogo per i potenziali danni alle colonie di api, oltre che, soprattutto, per la possibilità già comprovata (VALDOVINOS-FLORES *et al.*, 2016) di rilascio di residui tossici a livello dei prodotti apistici. In contesti quali quelli europei (dove i controlli di qualità

dei prodotti apistici siano piuttosto stringenti, l'utilizzo di questo metodo risulterebbe di fatto impronabile.

BLOCCO DELL'IMPUPAMENTO A TERRA

Abbiamo visto in precedenza come il blocco dell'accesso al suolo delle larve mature di *Aethina* in uscita dagli alveari prima dell'impupamento possa teoricamente rappresentare un valido metodo integrativo per ridurre drasticamente il numero di individui delle generazioni successive, interrompendo di fatto il ciclo biologico della specie. Anche in questa direzione, già in parte esplorata (ARBOGAST *et al.*, 2012), stiamo progettando dei semplici ed economici dispositivi meccanici "a grondaie-trappole" che circondano le basi di ciascuna arnia, atti ad intercettare selettivamente le larve di *Aethina* in uscita. Il limite principale di questo ulteriore metodo di controllo potrebbe essere rappresentato solo dalle nostre quasi nulle conoscenze sulle percentuali di larve e adulti di *Aethina* che in Calabria si potrebbero comunque parallelamente sviluppare a spese sia di sciami selvatici di *Apis*, sia di eventuali altre specie selvatiche di Apidae (es. *Bombus* spp.). Si tratta inoltre di un metodo che potrà essere sperimentato sul campo solo nel caso di eventuale superamento del momento emergenziale che vede la prosecuzione dei tentativi di locale eradicazione della specie.

CONCLUSIONI

I dispositivi, per molti aspetti innovativi, di lotta alla diffusione di *Aethina* in Italia e in Europa brevemente discussi in questo articolo, in parte desunti anche da esperienze di campo nell'ambito dell'areale primario africano della specie e in parte basati su evoluzioni di precedenti esperienze di altri ricercatori (in particolare di ARBOGAST *et al.*, 2007, 2012), si trovano ancora in una fase embrionale di progettazione; una sperimentazione sul campo sarà resa possibile solo in uno scenario in cui il Ministero della Salute ritenesse eventualmente superato il tentativo di eradicazione della specie, per passare a strategie di controllo attivo delle popolazioni. Alcuni di questi dispositivi (quelli anti-intrusione con trappole di deviazione) hanno comunque già manifestato delle prospettive promettenti di utilizzo sul campo. Il prossimo biennio 2017/2018 potrà essere quindi un periodo chiave per avere indicazioni sull'efficienza di tali metodi, in comparazione con quelli, di varia natura, già ampiamente utilizzati negli USA e altrove nelle aree di introduzione della specie.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo con piacere i colleghi Rita Cervo, Pio Federico Roversi (Firenze) e Francesco Nazzi (Udine) per la preziosa collaborazione nell'organizzare la recente giornata di studio (Firenze, 18 Novembre 2016) dell'Accademia Nazionale di Entomologia, dedicata a *Vespa velutina* e *Aethina tumida*. Ringraziamo inoltre tutti gli altri colleghi intervenuti nella sezione dedicata a *Aethina tumida* (Franco Tuminelli, Vincenzo Palmeri e Marco Lodesani) e coloro che hanno collaborato in vario modo con lo scrivente alla preparazione del mio intervento in quella sede (in particolare Raffaele Cirone, FAI, Roma). Gli amici apicoltori Franco Blancuzzi (Buja, UD) e Francesco Artese (San Ferdinando, RC) hanno poi svolto un ruolo chiave nel contribuire allo sviluppo di idee innovative circa i possibili sistemi di controllo di *Aethina tumida* in Italia.

RIASSUNTO

In questo breve articolo vengono riassunti alcuni aspetti, anche poco noti, della biologia, della posizione sistematica e dell'ecologia evolutiva del piccolo coleottero degli alveari *Aethina tumida* Murray, 1867, recentemente (2014) introdotto anche in Italia (Calabria, Piana di Gioia Tauro). Tenendo conto di alcune osservazioni condotte in natura e di informazioni ormai consolidate sulla biologia della specie, sono state recentemente messi a punto alcuni dispositivi meccanici che potrebbero contribuire a tenerne sotto controllo le popolazioni in Calabria, in particolare riducendo drasticamente il numero di adulti in grado di accedere agli alveari e di riprodursi poi al loro interno. Alcuni di questi dispositivi, sommariamente descritti nell'articolo, sono dal 2015 in fase preliminare di sperimentazione in alcuni siti dell'area della Piana di Gioia Tauro; in caso di riscontri positivi potrebbero essere utilizzati su più vasta scala nel corso dei prossimi anni, allo scopo di individuare e validare dei metodi efficienti e a basso costo per il possibile controllo di *Aethina tumida*.

BIBLIOGRAFIA

- ARBOGAST R.T., TORTO B., VAN ENGELSDORP D., TEAL P.E., 2007 – *An effective trap and bait combination for monitoring the small hive beetle, Aethina tumida (Coleoptera: Nitidulidae)*. - Florida Entomologist, 90 (2): 404-406.
- ARBOGAST R.T., TORTO B., WILLMS S., FOMBONG A.T., DUEHL A., TEAL P.E., 2012 – *Estimating reproductive success of Aethina tumida (Coleoptera: Nitidulidae) in honey bee colonies by trapping emigrating larvae*. - Environmental Entomology, 41(1): 152-158.
- AUDISIO P., 1993 – *Coleoptera Nitidulidae - Kateretidae*. – Fauna d'Italia, 32, Calderini ed., Bologna, XVI + 971 pp.
- BAVIERA C., AUDISIO P., 2014 – *The Nitidulidae and Kateretidae (Coleoptera: Cucujoidea) of Sicily: recent records and updated checklist*. Atti della Reale Accademia Peloritana dei Pericolanti, Classe di Scienze Medico-Biologiche, 92 (2): A1–A32. DOI: 10.1478/AAPP.922A1.
- BERNIER M., FOURNIER V., GIOVENAZZO P., 2014 – *Pupal Development of Aethina tumida (Coleoptera: Nitidulidae) in Thermo-Hygrometric Soil Conditions Encountered in Temperate Climates*. - Journal of Economic Entomology, 107 (2), 531-537.
- BOUGET C., BRUSTEL H., BRIN A., NOBLECOURT T., 2008 – *Sampling saproxylic beetles with window flight traps: methodological insights*. - Revue d'Ecologie, 63: 21-32.
- CUTHBERTSON A.G.S., WAKEFIELD M.E., POWELL M.E., MARRIS G., ANDERSON H., BUDGE G.E., MATHERS J.J., BLACKBURN L.F., BROWN M.A., 2013 – *The small hive beetle Aethina tumida: A review of its biology and control measures*. - Current Zoology, 59 (5): 644-653.
- de GUZMAN L.I., FRAKE A.M., 2007 – *Temperature affects Aethina tumida (Coleoptera: Nitidulidae) development*. - Journal of Apicultural Research, 46 (2): 88-93.
- ELLIS J.D., DELAPLANE K.S., HEPBURN H.R., ELZEN P.J., 2002 – *Controlling small hive beetles (Aethina tumida Murray) in honey bee (Apis mellifera) colonies using a modified hive entrance*. The American Bee Journal, 142: 288-290.
- IZSV (ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DELLE VENEZIE), 2014 – *Aethina tumida in Italia*. <http://www.izsvenezie.it/aethina-tumida-in-italia/>
- JELÍNEK J., AUDISIO P., 2007 – Nitidulidae. 459-491. In: Lobl I. & Smetana A. *Catalogue of Palaearctic Coleoptera*. - Apollo Books, Stenstrup, 4: 935 pp.
- KIREJTSHUK A.G., 2008 – *A current generic classification of sap beetles (Coleoptera, Nitidulidae)*. - Zoosystematica Rossica, 17 (1): 107-122.
- KIREJTSHUK A.G., LAWRENCE J.F., 1999 – *Notes on the Aethina complex (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae) with a review of the Aethina (Cleidorura) subgen.n. and Aethina (Idaethina) Gemminger & Harold*. - Annales Zoologici, 49(3): 233-254.
- LODESANI M., 2017 – *Epidemiologia di Aethina tumida nelle aree di nuova introduzione (USA, Messico e Canada) e obiettivi del Progetto Finalizzato "AETHINET"*. - Atti dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, LXIV (2016): 129-130.
- MAIORANO L., AUDISIO P., 2017 – *Modelli di idoneità ambientale e scenari di potenziale diffusione di Aethina tumida in Italia e in Europa (Coleoptera, Nitidulidae)*. - Atti dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, LXIV (2016): 131-136.
- MUTINELLI F., MONTARSI F., FEDERICO G., GRANATO A., MARONI PONTI A., GRANDINETTI G., FERRÈ N., FRANCO S., DUQUESNE V., RIVIÈRE M.-P., THIÉRY R., HENRIKS P., RIBIÈRE-CHABERT M., CHAUZAT M.-P., 2015 – *Detection of Aethina tumida Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in Italy: Outbreaks and early reaction measures*. - Journal of Apicultural Research, 53 (2014): 569-575. doi:10.3896/IBRA.1.53.5.08
- NEUMANN P., ELLIS J.D., 2008 – *The small hive beetle (Aethina tumida Murray, Coleoptera: Nitidulidae): distribution, biology and control of an invasive species*. - Journal of Apicultural Research, 47(3): 181-183
- NEUMANN P., ELZEN P., 2004 – *The biology of the small hive beetle, Aethina tumida*. - Apidologie, 35(3): 229-247
- NEUMANN P., EVANS J.D., PETTIS J.S. PIRK, C.W.W., SCHÄFER M.O., TANNER G., ELLIS J.D., 2013 – *Standard methods for small hive beetle research*. In V. Dietemann, J.D. Ellis, P. Neumann (eds), *The COLOSS BEEBOOK: Volume II: Standard methods for Apis mellifera pest and pathogen research*. Treforest: International Bee Research Association. - Journal of Apicultural Research, 52. doi: 10.3896/IBRA.1.52.4.19

- NEUMANN P., PETTIS J.S., SCHÄFER M.O., 2016 – *Quo vadis Aethina tumida ? Biology and control of small hive beetles.* - *Apidologie*, 47(3): 427-466.
- PALMERI V., SCIRTÒ G., MALACRINÒ A., LAUDANI F., CAMPOLO O., 2014 – *A new pest for European honey bees: first report of Aethina tumida Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in Europe.* - *Apidologie*, 46(4): 527-529
- PHELAN P.L., LIN H., 1991 – *Chemical characterization of fruit and fungal volatiles attractive to dried-fruit beetle, Carpophilus hemipterus (L.) (Coleoptera: Nitidulidae).* - *Journal of Chemical Ecology*, 17: 1253-1272
- VALDOVINOS-FLORES C., GASPAR-RAMÍREZ O., HERAS-RAMÍREZ M.E., LARA-ÁLVAREZ C., DORANTES-UGALDE J.A., SALDAÑA-LOZA L.M., 2016 – *Boron and Coumaphos Residues in Hive Materials Following Treatments for the Control of Aethina tumida Murray.* - *PLoS One*, 11(4): e0153551.

EPIDEMIOLOGIA DI *AETHINA TUMIDA* NELLE AREE DI NUOVA INTRODUZIONE (USA, MESSICO E CANADA) E OBIETTIVI DEL PROGETTO FINALIZZATO MIPAAF “AETHINET”

MARCO LODESANI (*)

(*) CREA-API, Unità di ricerca di apicoltura e bachicoltura, Via di Saliceto 80, Bologna; e-mail: marco.lodesani@crea.gov.it
Sintesi della lettura tenuta durante la Tavola Rotonda “Avversità delle api e nuove minacce da insetti alieni per l’apicoltura italiana: *Aethina tumida* e *Vespa velutina*”. Seduta pubblica dell’Accademia - Firenze, 18 novembre 2016.

Aethina tumida epidemiology in the newly introduced areas (USA, Mexico and Canada) and aim of the finalized MIPAAF research project “AETHINET”

The small hive beetle *Aethina tumida* is an endemic parasitic pest and scavenger of colonies of social bees indigenous to sub-Saharan Africa. In this region this species rarely inflicts severe damage on strong colonies since the bees have developed strategies to combat them. However, *A. tumida* has since ‘escaped’ from its native home and has recently invaded areas such as North and South America, Australia, Asia and Europe where its economic impact on the apiculture industry has been significant. *A.t.* reproduce in association with honeybees, bumblebees, stingless bees, fruits and meat. Potential reasons for differential impact include differences in bee behaviour, climate and release from natural enemies. The research project AETHINET (Monitoring and diagnosis and control innovative techniques of small hive beetle, *Aethina tumida*) funded by the Italian Agricultural Department, wants to bring a contribution to the knowledge and the control of this parasite.

KEY WORDS: SHB, *Aethina tumida*, epidemiology, Aethinet research project.

Il piccolo coleottero dell’alveare *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae), costituisce un classico esempio di specie invasiva e ha dimostrato di avere un impatto significativo sull’apicoltura nonché sulle popolazioni di Apoidei selvatici. Prima del 1998, la conoscenza del coleottero era limitata agli studi sui rapporti ospite/parassita delle sottospecie di *Apis mellifera* L. presenti nell’Africa sub-Sahariana.

La prima segnalazione negli USA risale al novembre del 1996, quando i primi esemplari non identificati vennero raccolti a Charleston, in South Carolina. Due anni più tardi, *A. tumida* era già ben stabilita e i danni all’apicoltura in Florida stimati in circa 3 milioni di dollari solo nel 1998. Già in quell’anno, con la prima segnalazione ufficiale, ogni azione di eradicazione sarebbe stata inutile in quando il coleottero parassita era già ampiamente diffuso. Da allora si è velocemente diffuso attraverso i 48 stati. Un’indagine sulle ingenti perdite di colonie nell’inverno del 2006-2007 ha rivelato che gli apicoltori professionisti imputavano alla varroa o ad *A. tumida* la causa principale di mortalità. Nell’aprile del 2010 è stata ritrovata anche nelle isole Hawaii avendo effetti devastanti sulle colonie d’api di razze europee. Negli USA, gli Stati più gravemente colpiti sono stati la Florida e gli Stati sud-orientali. Sinora, non ci sono rapporti confermati di *A. tumida* in Alaska e Porto Rico.

Le date di introduzione di *A. tumida* in Canada par-

tono dal 2002 (Manitoba), 2006 (Alberta e Manitoba), 2008 (Quebec e Ontario), 2009 (Quebec) e 2013 (Ontario). In realtà in Ontario l’infestazione era già presente nella Contea di Essex dal 2010 ma non vi era stata la segnalazione ufficiale. Essendo questa la parte più meridionale dell’Ontario, la strategia locale è stata quella di dichiarare questa regione “infestata”, vietando qualsiasi esportazione di colonie o materiale apistico. Quando si verificano nuovi casi nello regione dell’Ontario, le colonie infestate o sono distrutte oppure sono trasportate all’interno dell’area di quarantena della regione Essex già infestata. La movimentazione di colonie d’api dall’Ontario al Quebec (e in tutte le altre regioni canadesi) è quindi sotto stretta sorveglianza veterinaria. È interessante notare come il coleottero parassita sembra essere assente nella Columbia Britannica meridionale, la più occidentale e con un clima abbastanza mite. In conclusione *A. tumida* – ad eccezione dell’Ontario –, non è ben radicata e la diffusa è ancora territorialmente limitata, probabilmente grazie anche alle condizioni climatiche sfavorevoli. L’impatto commerciale, per via delle restrizioni alla movimentazione, costituisce comunque un considerevole danno all’apicoltura canadese.

Dalla sua prima rinvenuta nel 2007, *A. tumida* è ora diffusa in almeno otto Stati del Messico. Soprattutto negli Stati tropicali (ad esempio Yucatan), i livelli di

infestazione possono essere estremamente elevati con centinaia o addirittura migliaia di adulti in un singolo alveare infestato. Questo è più sorprendente dal momento che le api locali appartengono per lo più al ceppo africanizzato e si pensava perciò fossero meno suscettibili all'infestazione. I ceppi locali, invece, sembrano supportare una maggiore riproduzione rispetto a quelli africani. Nel 2013 si è verificato un focolaio anche in San Salvatore. *A. tumida* è quindi ben radicata nella regione dello Yucatan al confine con il Belize e il Guatemala a nord e sarà quindi solo una questione di tempo l'invasione in questi stati.

Il progetto di ricerca "Monitoraggio e tecniche innovative di diagnosi e di controllo del piccolo coleottero dell'alveare, *Aethina tumida* AETHINET" finanziato dal Mipaaf, nasce dall'esigenza di far fronte all'ingresso del parassita esotico anche nel nostro paese, mettendo in campo tutte le possibili conoscenze e strategie atte ad arginarne la proliferazione e ad iniziare l'attività di contenimento grazie all'esperienza maturata nei progetti Apenet e BeeNet.

Il rilievo della presenza del parassita è fondamentale in questa fase di tentata eradicazione: a tal fine è importante avere a disposizione metodi sicuri di rilevamento della presenza del parassita dentro e fuori l'alveare. Questa parte del progetto dunque ha come obiettivo lo sviluppo di nuovi metodi diagnostici e la valutazione dell'efficacia di metodi esistenti, nonché la loro messa a punto per la particolare situazione italiana di tentativo di eradicazione. In questo caso è infatti necessario stabilire se il coleottero sia presente anche al di fuori degli alveari e disporre di strumenti

utili per misurare la sua dispersione nell'ambiente. Si propone quindi di sperimentare vari tipi di attrattivi per trappole ambientali (feromoni, esche condizionate); di sviluppare metodi di biologia molecolare per rilevare la presenza del parassita a partire da residui su substrati vari; di confrontare l'efficacia dei diversi metodi di diagnosi esistenti e le condizioni di utilizzo adatte all'apicoltura italiana; di stabilire i metodi che forniscono il reale livello d'infestazione della colonia e studiare le soglie di danno in relazione allo sviluppo della stessa; indagare il nesso tra livello d'infestazione della colonia/apiario e il livello di dispersione ambientale del coleottero.

Nel caso in cui i tentativi di eradicazione fallissero, sarà necessario implementare strategie di controllo. Negli Stati Uniti e in Australia sono in uso vari metodi e uno degli obiettivi del progetto sarà di valutare se alcuni dei metodi in uso in quei Paesi possono essere adattati alla realtà italiana. In Italia c'è un numero elevato di apicoltori biologici e particolare attenzione verrà dunque rivolta alla messa a punto di metodi compatibili con la produzione biologica. Questa parte del progetto dunque sarà fortemente incentrata sullo sviluppo di strategie biotecniche: verranno confrontate trappole interne ed esterne, indagata la possibilità di utilizzo di nematodi e funghi entomopatogeni, di formiche predatrici e di trattamenti fisici del suolo (per colpire gli stadi pupali). Dato che il danno di *Aethina tumida* è anche nel magazzino a carico dei favi, verrà valutata l'efficacia e applicabilità di *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* e confrontata con la conservazione al freddo.

MODELLI DI IDONEITÀ AMBIENTALE E SCENARI DI POTENZIALE DIFFUSIONE DI *AETHINA TUMIDA* IN ITALIA E IN EUROPA (COLEOPTERA, NITIDULIDAE)

LUIGI MAIORANO (*) - PAOLO AUDISIO (*)

(*) Dipartimento di Biologia e Biotecnologie "C. Darwin", Università di Roma "La Sapienza", via A. Borelli, 50 - 00161 Roma; e-mail: luigi.maiorano@uniroma1.it; paolo.audisio@uniroma1.it
Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità delle api e nuove minacce da insetti alieni per l'apicoltura italiana: *Aethina tumida* e *Vespa velutina*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 18 novembre 2016.

Habitat suitability models and possible spread scenarios of the Small Hive Beetle Aethina tumida (Coleoptera, Nitidulidae) in Italy and Europe

The small hive beetle (SHB) *Aethina tumida* Murray, 1867 (Coleoptera, Nitidulidae), a recognized pest of beehives of African origin, was firstly reported in Italy in September 2014 in honey bee colonies in the Calabria region (Gioia Tauro area, southern Italy). Two years later, despite a series of early reaction measures by Italian Ministry of Health, the species appeared to be still widespread in the same area, therefore exhibiting a concrete potential to move from Calabria elsewhere into peninsular Italy (and Europe) in the next few years. In order to achieve a more detailed information on the possible future spread of the species, we calibrated a species distribution model considering presence localities of species from its global ranges and bioclimatic variables. The model was developed using the software Maxent, based on a maximum-entropy approach, and projected throughout the entire Italian peninsula and the northern part of the Mediterranean Basin.

KEY WORDS: Small Hive Beetle, *Aethina tumida*, spread, Italy, Europe, Maxent, beekeeping.

INTRODUZIONE

La maggior parte delle informazioni sulla distribuzione delle specie derivano in ultima analisi da campionamenti puntiformi, consistenti nella localizzazione del sito in cui una specie è stata osservata o raccolta (FUNK *et al.*, 1999; SOBERON *et al.*, 2000). Tuttavia, la copertura geografica per la maggior parte delle aree del pianeta è estremamente poco uniforme (FERRIER, 2002), in quanto i siti di campionamento tendono ad essere separati da ampi spazi non campionati e a concentrarsi intorno ai centri abitati e alle strade (LAWES e PIPER, 1998; MADDOCK e DU PLESSIS, 1999). L'alternativa alle localizzazioni puntiformi più frequentemente utilizzata per rappresentare le distribuzioni delle specie è l'areale geografico poligonale pieno, la più semplice forma di interpolazione utilizzata per colmare le lacune nella copertura geografica del campionamento. Per la loro imprecisione, l'utilità degli areali geografici negli studi sulla conservazione della biodiversità è però limitata ad analisi a bassa risoluzione (PRESSEY e FERRIER, 1995; VAN JAARSVELD *et al.*, 1998) che non possono fornire indicazioni operative per la conservazione e la gestione delle risorse naturali.

Un'alternativa che permette di mantenere la generalità degli areali geografici, aumentandone al contempo la risoluzione interna, è l'uso di modelli di

distribuzione delle specie basati sul concetto di idoneità ambientale (cfr. la rassegna in Scott *et al.*, 2002). Il fondamento ecologico dei modelli di idoneità ambientale risiede nell'evidenza che le specie selezionano il proprio habitat a vari livelli di scala (JOHNSON, 1980; HEGLUND, 2002). È quindi possibile definire le relazioni che esistono tra una specie e le tipologie di habitat che essa utilizza (relazioni specie-habitat), focalizzandosi su alcune variabili ambientali che si assume siano predittive dell'idoneità complessiva per le specie in esame. Se esistono set di dati informatizzati che descrivono la distribuzione sul territorio delle variabili ambientali (strati cartografici), è possibile usare le relazioni specie-habitat per la realizzazione di modelli di distribuzioni tramite sistemi informativi geografici (GIS). In particolare, per ogni variabile ambientale è possibile individuare le aree idonee per la specie considerata e dall'intersezione delle singole variabili si ottiene la distribuzione potenziale della specie all'interno dell'areale geografico.

Indipendentemente dal tipo di dato che si utilizza per stimare la distribuzione di una specie (punti di presenza o modelli di idoneità ambientale), la stima che si ottiene è afflitta da due tipi di errore: gli errori di commissione e gli errori di omissione. Gli errori di commissione si verificano quando la distribuzione stimata include aree dalle quali la specie è assente (sovrastima); gli errori di omissione si veri-

ficano quando la stima della distribuzione esclude aree nelle quali la specie è presente (sottostima). Ogni stima di distribuzione sovrastima la presenza della specie in alcune aree e la sottostima in altre. I punti di presenza, in generale, contengono più errori di omissione rispetto ai modelli di idoneità ambientale, i quali però introducono una maggiore quantità di errori di commissione. Anche i punti di presenza possono contenere una quantità elevata di errori di commissione, per diverse ragioni: il tipo di habitat nei punti campionati nel passato può essere cambiato anche profondamente, non consentendo più la presenza delle specie all'epoca rilevata; la specie può essere identificata in modo non corretto; le coordinate del punto possono essere state riportate in modo inesatto.

Pur tenendo conto dell'insieme dei problemi appena ricordati, abbiamo comunque ritenuto utile effettuare una prima analisi sulle potenzialità di diffusione in Italia e in Europa di uno dei principali *pest* dell'apicoltura su scala mondiale, il piccolo coleottero degli alveari (Small Hive Beetle) *Aethina tumida* Murray, 1867, recentemente introdotto in Italia nella zona della Piana di Gioia Tauro in Calabria (IZSV, 2014; BAVIERA e AUDISIO, 2014; MUTINELLI *et al.*, 2015; PALMERI *et al.*, 2015; MUTINELLI, 2017). Si veda in particolare in NEUMANN e ELZEN (2004), NEUMAN e ELLIS (2008), CUTHBERTSON *et al.* (2013) e in NEUMANN *et al.* (2013, 2016) per una sintesi aggiornata dei dati su distribuzione, biologia, potenzialità di danni e controllo di questa importante avversità dell'apicoltura di origine africana, in seguito accidentalmente introdotta e diffusasi secondariamente in Nord America (dalla fine degli anni '90 del

secolo scorso) e più recentemente anche in Messico, Canada e Australia (LODESANI, 2017). Dopo un primo massiccio tentativo di eradicazione nell'autunno 2014 e nell'estate-autunno 2015, la specie, pur sostanzialmente ancora confinata alla Piana di Gioia Tauro (Autunno 2016), sembra ormai non facilmente arrestabile, e metodi di controllo che ne contrastino la locale diffusione sembrano essere ormai gli unici capaci almeno di rallentarne l'espansione anche nel resto dell'Italia e dell'Europa. Sono peraltro allo studio e già in sperimentazione sul campo anche alcuni ausiliari tecnici in grado di controllare e possibilmente ridurre le popolazioni della specie, limitando fortemente sia gli accessi degli adulti di *Aethina* agli alveari, sia l'accesso al suolo delle larve in uscita dagli alveari stessi al momento dell'impupamento (AUDISIO, 2017; Audisio *et al.* dati non pubblicati).

Per contribuire a delineare dei preliminari scenari di diffusione della specie, abbiamo ritenuto utile presentare in questa sede un contributo a carattere esplorativo, mirato a fare un primo punto sull'idoneità ambientale delle aree italiane ed euro-mediterranee nei confronti della potenziale colonizzazione da parte di *Aethina tumida*.

METODI

Nella raccolta di dati sulla presenza della specie abbiamo tenuto conto di informazioni disponibili in letteratura a scala mondiale (Fig. 1). Infatti, per ottenere una buona rappresentazione della nicchia ecologica della specie è fondamentale considerare un



Fig. 1 – Aree di presenza (primaria e secondaria) di *Aethina tumida* a livello globale da cui sono stati ottenuti dati di presenza usati nella modellistica.

campionamento quanto più esaustivo possibile delle presenze, considerando sia l'area originale della specie che le aree di invasione (e.g., FICETOLA *et al.*, 2007; DI FEBBRARO *et al.*, 2013). Nel nostro caso è stato necessario includere allo stesso tempo dati puntiformi provenienti dal limitato areale secondario italiano in Calabria (MUTINELLI *et al.*, 2015; PALMERI *et al.*, 2015; si veda anche, per aggiornamenti, il link: <http://www.izsvenezie.it/aethina-tumida-in-italia/>) e dati meno precisi (in forma di presenze su aree più o meno estese in molti Paesi) provenienti da Africa, Australia e Nord America. Considerare nello stesso modello fonti di dati così diverse ha sicuramente delle ricadute importanti sulla qualità del modello stesso (ed in particolare sulla qualità dell'inferenza possibile), ma è un approccio che è già stato usato precedentemente in letteratura con risultati incoraggianti (ALSOS *et al.*, 2012).

Dati climatici

La scelta delle variabili climatiche da utilizzare nella costruzione del modello è stata effettuata dopo un'attenta considerazione dell'ecologia e della fisiologia della specie. Sono state considerate in particolare a questo scopo tutte le informazioni, non sempre univoche ed estratte da contesti spesso molto eterogenei (sperimentazioni in ambienti controllati di laboratori o serre, sperimentazioni sul campo in natura, o altro), disponibili in letteratura sui principali fattori limitanti che sembrano condizionare il successo riproduttivo di *Aethina* (NEUMANN e ELZEN, 2004; NEUMAN e ELLIS, 2008; CUTHBERTSON *et al.*, 2013; NEUMANN *et al.*, 2013 e letteratura primaria ivi citata). Tra questi, fondamentale sembra essere il ruolo della temperatura, sia nei periodi estivi riproduttivi, sia in quelli invernali spesi come pupa o come adulto neosfarfallato nel suolo durante i mesi invernali, meglio se combinata con valori di umidità relativa dell'aria e del suolo. La selezione delle variabili climatiche è quindi caduta su altimetria, *growing degree days*, temperatura massima del mese più caldo, temperatura minima del mese più freddo, temperatura media del quadrimestre più caldo, precipitazione totale del quadrimestre più caldo. Tutte le variabili, con una risoluzione di 1km², sono state ottenute dal database worldclim (HIJMAN *et al.*, 2005).

Calibrazione del modello

Il modello è stato calibrato utilizzando Maxent (PHILLIPS *et al.*, 2006; PHILLIPS e DUDIK, 2008). Maxent è un metodo di *machine learning* che fornisce una stima della *distribution* di una specie usando variabili ambientali (le variabili climatiche nel nostro caso) insieme a dati sulla presenza della specie di interesse. L'algoritmo si basa su un'applicazione del principio di massima entropia in un contesto ecologico e bio-

geografico, e fornisce una stima della probabilità di distribuzione in modo da soddisfare un insieme di condizioni necessarie alla presenza della specie, condizioni definite in base ai valori delle variabili ambientali considerate in corrispondenza dei punti di presenza della specie. È stato ampiamente dimostrato nella letteratura che spesso Maxent ottiene risultati migliori di altre tecniche simili comunemente usate per predire la distribuzione delle specie, specialmente se si tenta di predire al di fuori della distribuzione attuale (per esempio nel futuro o in aree dove la specie non è presente al momento, come nel nostro caso: ELITH *et al.*, 2006; HEIKKINEN *et al.*, 2006; FICETOLA *et al.*, 2007).

RISULTATI

La temperatura minima del mese più freddo è risultata essere la variabile climatica dominante su tutte le altre, seguita dall'altimetria e dalla precipitazione del quadrimestre più caldo.

Focalizzando il modello sul bacino del Mediterraneo e sull'Italia in particolare, e ritenendo corrette le valutazioni note sui fattori limitanti considerati a priori per la specie, è evidente come le aree a maggiore idoneità ambientale (cioè quelle con il 10% massimo di valori di idoneità climatica; Fig. 2) siano localizzate lungo i settori costieri e subcostieri pianeggianti, con una concentrazione particolarmente importante in Sicilia e Sardegna ma anche in Calabria, Salento e, con aree meno estese, lungo tutta la costa tirrenica.

Se si considera invece una discretizzazione del modello meno stringente e si prende in considerazione il 25% superiore dei valori di idoneità climatica (Fig. 3), il modello evidenzia come praticamente tutte le aree pianeggianti costiere e sibcostiere lungo il Tirreno, tutte le aree costiere adriatiche (da Ancona al Salento), le coste ioniche e le isole principali, siano sostanzialmente del tutto idonee dal punto di vista climatico per la presenza della specie.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Riteniamo oggettivamente più probabile che il secondo scenario di idoneità potenziale appena mostrato (Fig. 3) possa essere ritenuto quello più realistico, considerando sia i limiti del modello (fondato anche su ancora incompleti dati bionomici sulla specie in natura), sia le potenzialità di più o meno rapido adattamento al bioclimate mediterraneo della popolazione alloctona italiana della stessa. Possiamo anzi ipotizzare che l'idoneità ambientale su scala euro-mediterranea, seppure a livelli teoricamente inferiori, potrebbe in realtà risultare più estesa, coinvolgendo



Fig. 2 – Aree di distribuzione potenziale di *Aethina tumida* nel bacino del Mediterraneo (le aree in nero indicano le zone che ricadono nel massimo 10% di valori di idoneità climatica).



Fig. 3 – Aree di distribuzione potenziale di *Aethina tumida* nel bacino del Mediterraneo (le aree in nero indicano le zone che ricadono nel massimo 25% di valori di idoneità climatica).

forse buona parte delle aree di bassa quota di una larga porzione dell'Europa meridionale.

Abbiamo comunque in fase di organizzazione un contributo più strutturato sul medesimo argomento (MAIORANO *et al.* in preparazione), in cui contiamo di poter fornire previsioni più dettagliate sulle potenzialità e le tempistiche di diffusione di *Aethina tumida* in Italia e in Europa, utilizzando un set di dati più di dettaglio sulle località di presenza e di già comprovata capacità riproduttiva in natura della specie, in paesi compresi sia nell'areale primario, sia in quello secondario.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo con piacere i colleghi Rita Cervo, Pio Federico Roversi (Firenze) e Francesco Nazzi (Udine) per la preziosa collaborazione nell'organizzare la recente giornata di studio (Firenze, 18 Novembre 2016) dell'Accademia Nazionale di Entomologia, dedicata a *Vespa velutina* e *Aethina tumida*. Ringraziamo inoltre tutti gli altri colleghi intervenuti nella sezione dedicata a *Aethina tumida* (Franco Tuminelli, Vincenzo Palmeri e Marco Lodesani) e coloro che hanno collaborato in vario modo con il coautore PA alla pre-

parazione dei nostri interventi in quella sede (in particolare gli amici Francesco Artese, Franco Blancuzzi e Raffaele Cirone). Un particolare ringraziamento fa infine a Danilo Russo e alla sua equipe (Università di Napoli “Federico II”), insieme con i quali stiamo avviando un più strutturato ed integrato progetto di ricerca sulle potenzialità di diffusione di *Aethina tumida* in Italia e in Europa.

RIASSUNTO

Aethina tumida Murray, 1867 è a livello mondiale uno dei più importanti pest potenziali dell’apicoltura, e il suo recente (2014) arrivo in Italia (Calabria, Piana di Gioia Tauro), probabilmente dall’Africa occidentale, ha giustamente generato forti preoccupazioni. In questo breve articolo si è affrontato in forma molto preliminare il tema della possibile futura diffusione della specie in Italia e nelle aree euro-mediterranee, analizzando degli scenari che tengano conto di diversi livelli di idoneità ambientale per la specie, stimati utilizzando il software Maxent e una buona parte dei dati accertati di presenza e di capacità riproduttiva di *Aethina* in natura, nelle zone del suo areale sia primario (Africa tropicale e subtropicale), sia secondario (USA, Canada, Messico, Australia). I primi risultati mostrano come la maggior parte delle aree costiere e subcostiere dell’Italia e del Mediterraneo siano da considerare altamente idonee per l’insediamento della specie.

BIBLIOGRAFIA

- ALSOS I.G., EHRRICH D., THUILLER W., BRONKEN EISESEN P., TRIBSCH A., SCHÖNSWETTER P., LAGAYE C., TABERLET P., BROCHMANN C. 2012 – Genetic consequences of climate change for northern plants. - *Proceedings of the Royal Society B* 279: 2042-2051.
- AUDISIO P., 2017 – Origine di *Aethina tumida* e adattamenti dall’antofagia alla melittofagia; dallo studio dell’autoecologia in natura alla pianificazione di interventi di controllo. - *Atti dell’Accademia Nazionale Italiana di Entomologia*, LXIV (2016): 123-128.
- BAVIERA C., AUDISIO P., 2014 – *The Nitidulidae and Kateretidae (Coleoptera: Cucujoidea) of Sicily: recent records and updated checklist*. - *Atti della Reale Accademia Peloritana dei Pericolanti, Classe di Scienze Medico-Biologiche*, 92 (2): A1–A32. DOI: 10.1478/AAPP.922A1.
- CUTHBERTSON A.G.S., WAKEFIELD M.E., POWELL M.E., MARRIS G., ANDERSON H., BUDGE G.E., MATHERS J.J., BLACKBURN L.F., BROWN M.A., 2013 – *The small hive beetle Aethina tumida: A review of its biology and control measures*. - *Current Zoology*, 59 (5): 644-653.
- DI FEBBRARO M., LURZ P.W.W., GENOVESI P., MAIORANO L., GIRARDELLO M., BERTOLINO S. 2013 – *The use of climatic niche in screening procedures for introduced species to evaluate the risk of spread: a case with the American Eastern grey squirrel*. - *PLoS ONE* 8: e66559.
- ELITH J., GRAHAM C., ANDERSON R., DUDIK M. 2006 – *Novel methods improve prediction of species’ distributions from occurrence data*. - *Ecography* 29: 129-151.
- FERRIER S. 2002 – *Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: where to from here?* - *Systematic Biology* 51: 331-363.
- FICETOLA G.F., THUILLER W., MIAUD C. 2007 – *Prediction and validation of the potential global distribution of a problematic alien invasive species: the America bullfrog*. - *Diversity and Distributions* 13: 476-485.
- FUNK V.A., ZERMIGLIO M.E., NASSIR N. 1999 – *Testing the use of specimen-based collecting data and GIS in biodiversity exploration and conservation decision-making in Guyana*. - *Biodiversity and Conservation* 8: 727-751.
- HEGLUND P.J. 2000 – *Foundations of species- environment relations*. In: Scott J.M., Heglund P.J., Morrison M.L., Haufler J.B., Raphael M.G., Wall W.A., Samson E.B (Eds.), *Predicting species occurrences: issues of accuracy and scale*. - Island Press, Washington, Covelo, London: 35-42.
- HEIKKINEN R.K., LUOTO M., ARAUJO M.B., VIRKKALA R., THUILLER W., et al., 2006 – *Methods and uncertainties in bioclimatic envelope modelling under climate change*. - *Progress in Physical Geography* 30: 751-777.
- HUMANS R.J., CAMERON S.E., PARRA J.L., JONES P.G., JARVIS A. 2005 – *Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas*. - *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- IZSV (ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DELLE VENEZIE), 2014 – *Aethina tumida in Italia*. <http://www.izsvenezie.it/aethina-tumida-in-italia/>
- JOHNSON D.H. 1980 – *The comparison of usage and availability measures for evaluating resource preference*. - *Ecology*, 61: 65-71.
- LAWES M.J., PIPER S.E. 1998 – *There is less to binary maps than meets the eye: the use of species distribution data in the Southern African sub-region*. - *South African Journal of Science* 94: 207-210.
- LODESANI M., 2017 – *Epidemiologia di Aethina tumida nelle aree di nuova introduzione (USA, Messico e Canada) e obiettivi del Progetto Finalizzato “AETHINET”*. - *Atti dell’Accademia Nazionale Italiana di Entomologia*, LXIV (2016): 129-130.
- MADDOCK A., DU PLESSIS M.A. 1999 – *Can species data only be appropriately used to conserve biodiversity?* - *Biodiversity and Conservation* 8: 603-615.
- MUTINELLI F., 2017 – *Cronistoria dell’infestazione da Aethina tumida in Italia e degli interventi messi in atto a partire dal Settembre 2014 - Rilevamento, provvedimenti adottati, evoluzione e prospettive future*. *Atti dell’Accademia Nazionale Italiana di Entomologia*, LXIV (2016): 115-121.
- MUTINELLI F., MONTARSI F., FEDERICO G., GRANATO A., MARONI PONTI A., GRANDINETTI G., FERRÈ N., FRANCO S., DUQUESNE V., RIVIÈRE M.-P., THIÉRY R., HENRIKS P., RIBIÈRE-CHABERT M., CHAUZAT M.-P., 2015 – *Detection of Aethina tumida Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in Italy: Outbreaks and early reaction measures*. - *Journal of Apicultural Research*, 53 (2014): 569-575. doi:10.3896/IBRA.1.53.5.08.
- NEUMANN P., ELLIS J.D., 2008 – *The small hive beetle (Aethina tumida Murray, Coleoptera: Nitidulidae): distribution, biology and control of an invasive species*. - *Journal of Apicultural Research*, 47(3): 181-183.
- NEUMANN P., ELZEN P., 2004 – *The biology of the small hive beetle, Aethina tumida*. - *Apidologie*, 35(3): 229-247.
- NEUMANN P., EVANS J.D., PETTIS J.S., PIRK, C.W.W., SCHÄFER M.O., TANNER G., ELLIS J.D., 2013 – *Standard methods for small hive beetle research*. In V. Dietemann, J.D. Ellis, P. Neumann (eds), *The COLOSS BEEBOOK: Volume II: Standard methods for Apis mellifera pest and pathogen research*. Treforest: International Bee Research Association. *Journal of Apicultural Research*, 52. doi: 10.3896/IBRA.1.52.4.19
- NEUMANN P., PETTIS J.S., SCHÄFER M.O., 2016 – *Quo vadis Aethina tumida ? Biology and control of small hive beetles*. - *Apidologie*, 47(3): 427-466.

- PALMERI V., SCIRTÒ G., MALACRINÒ A., LAUDANI F., CAMPOLO O., 2014 – *A new pest for European honey bees: first report of Aethina tumida Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in Europe*. - *Apidologie*, 46 (4): 527-529.
- PHILLIPS S.J., ANDERSON R.P., SCHAPIRE R.E., 2006 – *Maximum entropy modeling of species geographic distributions*. - *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- PHILLIPS S.J., DUDIK M., 2008 – *Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation*. - *Ecography*, 31: 2005-2010.
- PRESSEY R.L., FERRIER S., 1995 – *Types, limitations and uses of geographic data in conservation planning*. - *Globe*, 41:45-52.
- SCOTT J.M., HEGLUND P.J., MORRISON M.L., HAUFLE J.B., RAPHAEL M.G., WALL W.A., SAMSON E.B., 2002 – *Predicting species occurrences: issues of accuracy and scale*. - Island Press, Washington, Covelo, London.
- SOBERON J.M., LLORENTE J.B., ONATE L., 2000 – *The use of specimen-label databases for conservation purposes: an example using Mexican Papilionid and Pierid butterflies*. - *Biodiversity and Conservation*, 9: 1441-1466.
- VAN JAARSVELD A.S., FREITAG S., CHOWN S.L., MULLER C., KOCH S., HULL H., BELLAMY C., KRUGER M., ENDRÖDY-Younga S., MANSELL M.W., SCHOLTZ C.H., 1998 – *Biodiversity assessment and conservation strategies*. - *Science*, 279: 2106.

VESPA VELUTINA: CURRENT SITUATION AND PERSPECTIVES

KARINE MONCEAU (*) (°) - DENIS THIERY (**)

(*) UMR CNRS 7372 Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, Université de la Rochelle, 79360 Villiers-en-bois, France

(**) UMR 1065 Santé et Agroécologie du Vignoble, INRA, F-33883 Villenave d'Ornon, France

(°) Corresponding author: karine.monceau@univ-lr.fr

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità delle api e nuove minacce da insetti alieni per l'apicoltura italiana: *Aethina tumida* e *Vespa velutina*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 18 novembre 2016.

Vespa velutina: Current situation and perspectives

Vespa velutina is an invasive honeybee predator introduced more than a decade ago in southwest France, followed by an impressive colonization of several areas within mainland Europe (France, Spain, Portugal, Italy, Germany, Belgium) and overseas (UK, Mallorca). The purpose of this short review is to give an overview of the basic historic of this biological invasion, to expose the current situation and to propose perspectives based on the French experience.

KEY WORDS: Alien species, domestic honeybee predator, Yellow-legged hornet.

INTRODUCTION

In the last century, the increase of human trade worldwide has largely contributed to the introduction of invasive species that are considered one of the major threats to biodiversity (VITOUSEK *et al.*, 1997; CHAPIN *et al.*, 2000). Alien species are usually characterized by their overall flexibility especially when facing disturbance (LEE & GELEMBIUK, 2008). Social hymenopteran are such highly flexible species due to eusociality: they exhibit behavioural plasticity due to their organization in castes; they also have high reproductive rates, demonstrate efficient competitive and dispersal abilities and are opportunistic foragers (MOLLER, 1996). This explains why several social hymenopterans have been successful at colonization worldwide in the last century. Vespids are of special concern because there are particularly difficult to contain when introduced; thus they have colonized several places worldwide and especially in America, Australia and New-Zealand (BEGGS *et al.*, 2011). Europe was spared until the introduction of *Vespa velutina*.

BACK TO *VESPA VELUTINA* INTRODUCTION HISTORY AND SPREAD IN EUROPE

Vespa velutina was first seen in 2004 in southwest France near Agen (RORTAIS *et al.*, 2010). The yellow-legged hornet (also called improperly Asian hornet) has been most probably introduced close to Agen (France) via boat and truck transport from China. A recent population genetic study

determined that the invasive population originated from Zhejiang or Jiangsu provinces and that a single female mated with four males was responsible for the European invasion (ARCA *et al.*, 2015). *V. velutina* has now colonized the two-third of the French territory and has reached several neighbouring countries such as Spain (LÓPEZ *et al.*, 2011) including Mallorca in Balearic Islands (GOVERN DE LES ILLES BALEARS, 2015), Portugal (Grosso-Silva & Maia, 2012), Italy (DEMICHELI *et al.*, 2013), Germany (WITT, 2015), and more recently Belgium and United Kingdom (including Channel islands such as Jersey and Alderney, UK Government, 2016).

WHY *VESPA VELUTINA* IS A MAJOR CONCERN?

V. velutina forms large colony, headed by one queen that can produce thousand individuals a year. During the growth of the colony from early July to late October, a huge amount of proteins is required to feed the brood (Fig. 1). A large part of the required proteins are obtained from honeybees that explains why *V. velutina* is known in its native range as a pest for beekeeping (MATSUURA & YAMANE, 1990; SHAH & SHAH, 1991). Following the first observations in France, the predation on beehives was soon noticed. Typically, *V. velutina* workers stay in stationary flight, back to the hive entrance to catch honeybee foragers coming back to the hive (TAN *et al.*, 2007; MONCEAU *et al.*, 2013a). In Asia, *V. velutina* prey on Asian honeybees, *Apis cerana*, but also on *A. mellifera*, the European honeybee, which has been introduced into Asia

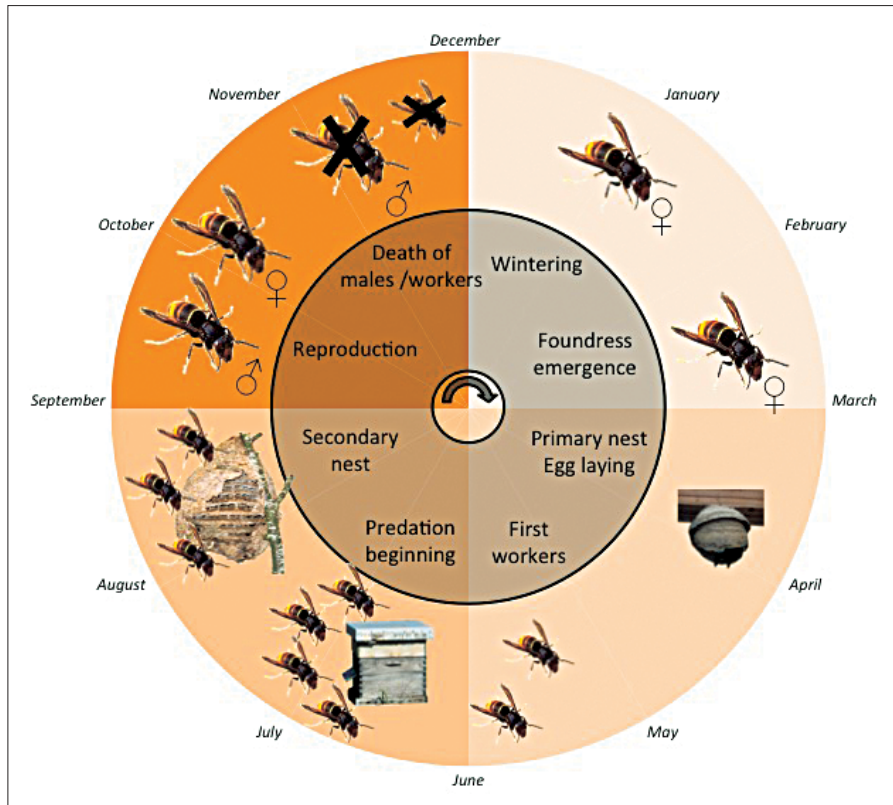


Fig. 1 – *Vespa velutina* life cycle (from MONCEAU *et al.*, 2014).

(KEN *et al.*, 2005; YANG, 2005). The predation on *A. cerana* is less intense than in *A. mellifera* because the former is able to efficiently defend its colony against *V. velutina* due to coevolution. *A. cerana* is able to display the so-called “beecarpet”, the heat-balling and shimmering behaviours while *A. mellifera* only displays the beecarpet and balling behaviours (KEN *et al.*, 2005; TAN *et al.*, 2010, 2012, 2013). In Europe, where *V. velutina* is the invasive and *A. mellifera* the native species, the situation is similar and the European honeybee does not defend efficiently against its predator (ARCA *et al.*, 2014).

IMPACT OF *VESPA VELUTINA*

The impact of *V. velutina* should be viewed at three different levels: i) the ecological impact on biodiversity, ii) the economic impact on beekeepers and citizens and iii) the sanitary impact.

The ecological impact

As previously said, the major impact of *V. velutina* is the predation on hives and other insects (MONCEAU *et al.*, 2013a, b). Direct impact on the entomofauna and indirect impact on plant biodiversity by reducing pollinator populations are thus expected. Hornet workers prey on honeybee foragers but the presence of the hornets by itself is also an important stressor for the bee colony in reducing the number of exit for the foragers, thus

decreasing the opportunity to collect food for storage and thus leading to the collapse of the hive during winter (ARCA, 2012). Additionally, studies realized in China have shown that the predation pressures of the hornet impact the learning ability of the honeybees (WANG *et al.*, 2016) and that neonicotinoid pesticides reduce predator avoidance (TAN *et al.*, 2014). The effects on domestic honeybees are probably the most conspicuous part of the impact of *V. velutina* on biodiversity but they represent only one to two-third of its diet depending on the environment (VILLEMANT *et al.*, 2011). So the impact of the huge predation on honeybee hives should be analogous on wild pollinators and other insects and should be investigated soon.

Finally, *V. velutina* is potentially a direct competitor of the native European hornet species, *V. crabro* which is considered a beneficial insect in agriculture. First studies, however, did not clearly evidence any negative impact of *V. velutina* on this species (MONCEAU *et al.*, 2015a, b) but investigations should be pushed forward.

The economic impact

Beekeeping activities have been challenged for a long time with different threats targeting honeybees such as parasites, virus, pesticides, habitat loss and/or fragmentation that weakened bee colonies (GOULSON *et al.*, 2015). *V. velutina* is an additional source of stress but its effects are difficult to dissociate from the others. According to the local section of the beekeeper union in southwest France

(Union Nationale pour l'Apiculture Française), 30% of the hives were destroyed/weakened in Gironde in 2010 due to *V. velutina*. No real assessment of the overall impact on honey production exists at this point but should be necessary.

From the citizen point of view, *V. velutina* could also represent a cost. Although French beekeepers are able and largely contribute to the destruction of nests for free, some private companies destroy nest for a cost up to several hundreds of euros depending of the conditions.

The sanitary impact

The last level to consider in this biological invasion is the sanitary problems. First of all, *V. velutina* is a venomous animal that can sting several times and thus injecting venom at each sting contrary to honeybees. In its native range, this hornet species is considered highly aggressive (MARTIN, 1995). A first assessment of the number of envenomation due to *V. velutina* was realized from 2007 to 2010 but the authors concluded that the number of accidents did not increase during this period corresponding to the proliferation of the hornet in southwest France (DE HARO *et al.*, 2010). There are, however, several accidents that ended dramatically by the death of the patient but the number of cases (although it is always too much) is low (less than 20 in 12 years). The frenzy surrounding each accident contributes to increase the phenomenon and also reinforces the fear of hornets (native and invasive species).

V. velutina can also be a vector of different parasites species. For example, it can host the Israeli Acute Paralysis Virus (IAPV), which infects *A. mellifera* in China but also in France (BLANCHARD *et al.*, 2008; Yañez *et al.*, 2012). However to date, no report of such virus has been done in *V. velutina*. It could also be a host for the parasitoid *Conops vesicularis* (DARROUZET *et al.*, 2015a) and the nematode *Pheromermis vesparum* (VILLEMANT *et al.*, 2015) which are both quite generalists and rare (see below).

The invasion by *V. velutina* poses several problems. Thus, it is urgent to control its expansion to a larger extent within Europe.

WHAT TO DO AGAINST *VESPA VELUTINA*?

Several techniques have been used to contain invasive vespids during past experiences in New Zealand for instance (BEGGS *et al.*, 2011). However, to date, there is no plug-and-play method that allows controlling efficiently *V. velutina* expansion. Different ways have been considered; some of them are potentially of major interest but this is not the case for all of them.

Trapping

Trapping is probably the first method that has ever been used to fight against invasive vespids. It can be performed at different step of the life cycle of *V. velutina* (Fig. 1): during the spring for catching foundresses and during the summer and autumn to catch workers and new emerging gynes (MONCEAU *et al.*, 2014). To date, only traps baited with food have been used. This is quite controversial for queen spring trapping for instance because of the lack of specificity, *V. velutina* foundresses representing a small percentage of the overall catches (MONCEAU *et al.*, 2012). Side effect on local entomofauna is sometimes impressive with the obvious potential consequences on population dynamics for non-target species. Additionally, there is a lack of evidence of the efficiency of such method as a mean of regulation of the invasive hornet species (MONCEAU & THIÉRY, 2016). An acute assessment of the real impact and efficiency of queen spring trapping should be done.

During the growth of the hornet colony, trapping can be used to locally decrease the predation pressure in apiaries. Three phases could be observed (Fig. 2): in June/July the late phase of the gynes, followed in early August by the dramatic increase of the predation due to the need of proteins to feed the brood and lastly in late October, the emergence of the gynes and males and the end of the colony. For these three phases, different food baits are efficient: the sugar-based baits for the first and last, and protein-based baits (fish) for the intermediate part (MONCEAU *et al.*, 2013b, 2015b). This kind of trapping has limited side effect on local entomofauna because most of the insects in apiaries at this time are either honeybees (that avoid these traps) or invasive hornets.

Toxic baits (growth inhibitor, insecticide) have also been used unofficially but the release of such molecules is problematic especially in regard to honeybee health and the current concerns about pesticides.

Inbreeding depression

As suggested by the population genetic study by ARCA *et al.* (2015), a single queen mated by four males is at the origin of the invasive population in Europe, thus with high level of inbreeding, as expected in most biological invasion. As a result, diploid males have been observed in several colonies of *V. velutina* (ARCA 2012; DARROUZET *et al.*, 2015b). Basically, in hymenopterans, females are diploid and males are haploid (haplodiploidy). However, sex is also determined by a locus, a phenomenon called complementary sex determination (CSD, see LIEBERT *et al.*, 2010). By definition, inbreeding increases the probability of an individual to be homozygous for a given locus.

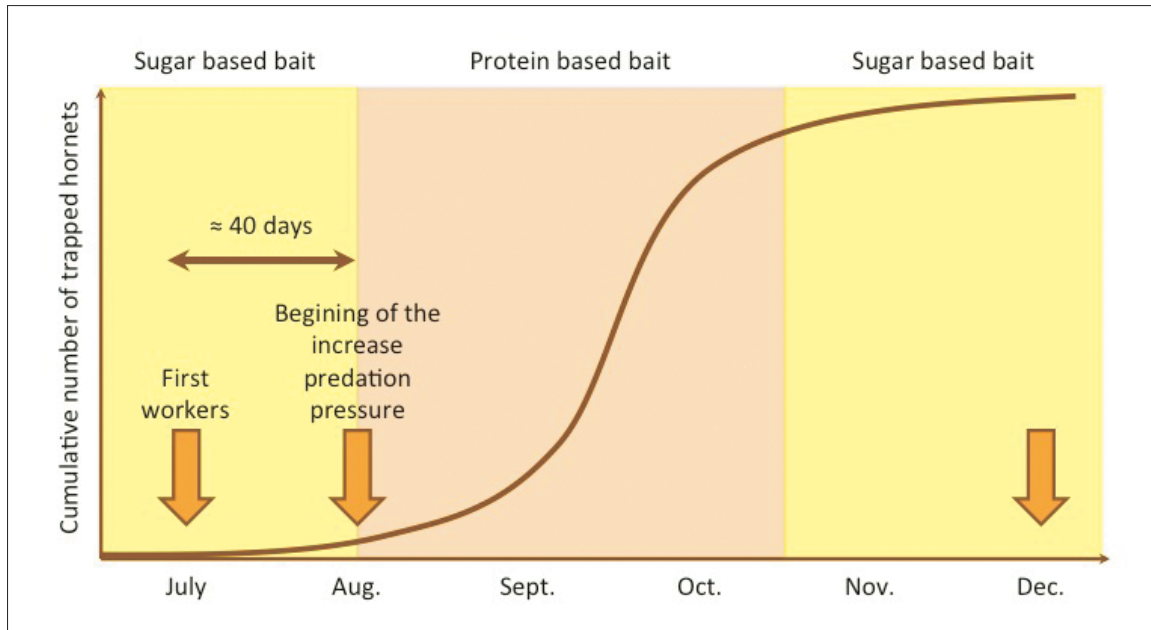


Fig. 2 – The three phases of trapping from July to December (from MONCEAU *et al.*, 2013b, 2015b).

Thus, in inbred populations like in the case of *V. velutina*, diploid females can be homozygous at CSD locus that is perceived like haploid individuals and are thus males. These diploid males represent a cost for the colonies because of their sterility and could lead to a vortex of extinction (ZAYED & PACKER, 2005). In the case of *V. velutina*, inbreeding is present since the introduction and did not seem to limit the expansion of the population through Europe, so it is unlikely that this could naturally drive the extinction of the invasive hornet. Moreover, *V. velutina* gynes are polyandrous and this mating system is known in social insects to be advantageous to increase offspring genetic diversity (JENNIONS & PETRIE, 2000) that could counteract the effect of inbreeding.

Natural enemies

As above, *V. velutina* can host different pathogens. Those recently described (DARROUZET *et al.*, 2015a; VILLEMANT *et al.*, 2015) are however unlikely to be involved in biological control because they are generalist pathogens. One predator species has been identified too, the honey buzzard, *Pernis apivorus*. Although this species is a potential predator of hymenopterans, a single observation of an individual feeding on a *V. velutina* nest has been done to date (see details in MONCEAU *et al.*, 2014).

The potential for natural enemies in a biological control context is quite restricted but some interesting perspectives from the side of entomopathogenic fungus that are often used for controlling insect pests may arise.

Nest destruction

Systematic nest destruction is probably the most effective method to control social insects (THOMAS, 1960; SPRADBERY, 1973) because the nest ensures the survival of the colony (HÖLLDOBLER & WILSON, 2008). During the queen colony phase (i.e., before the emergence of the first workers, Fig. 1), the nest is of the size of a gulf ball. Therefore, finding these little nests is often like searching for a needle in a haystack. Then, later in the cycle, the huge nests are often at the top of the trees but remain cryptic until leaves fall. Some methods are currently under development to increase our ability to detect early with harmonic radar (MILANESIO *et al.*, 2016) and nest destruction with drones for instance.

Pheromones

Due to their involvement in intraspecific communication, pheromones are probably the major way to investigate. Indeed, exploiting these naturally emitted molecules would be a clean way to enhance the specificity and attractiveness of the traps. For example, sex pheromones are used to disrupt mating in several agricultural pests like the grapevine pest, *Lobesia botrana* (IORATTI *et al.*, 2011). Recent neurobiological works on *V. velutina* showed the presence of several macrostructures in the antennal lobe of the males, which are probably linked to sex pheromones (COUTO *et al.*, 2016). To date, no sex pheromone has been clearly identified in hornets although a biological activity has been demonstrated in different *Vespa* sp. (ONO & SASAKI, 1987; SPIEWOK *et al.*, 2006). Future researches are thus required to identify candidate molecules in this way.

CONCLUSION AND PERSPECTIVES

Vespa velutina has become of major concern in the last decades, but it took ca. eight years before the French government legislated on this species. However, eradication was not possible anymore at this time. Early warning such as the system proposed by UK seems to work, as the reaction to the first observation of *V. velutina* in September 2016 lead to the destruction of the nest (although nobody at this time cannot know if there was only one nest). The main problem with biological invasion is that since the eradication step is exceeded, the establishment of a management program will be costlier and costlier as in several other examples (SIMBERLOFF *et al.*, 2013). Now, *V. velutina* has been implemented on the European alien list with 36 other invasive species but it still questions how and who will be mandated to coordinate the efforts of all the European research teams, beekeeper unions and citizens involved in the fight against the invasive bee predator.

REFERENCES

- ARCA M., 2012 – *Caractérisation génétique et étude comportementale d'une espèce envahissante en France: Vespa velutina Lepeletier (Hymenoptera, Vespidae)*. PhD dissertation. Université Pierre et Marie Curie, Paris
- ARCA M., MOUGEL F., GUILLEMAUD T., DUPAS S., ROME Q., PERRARD A., MULLER F., FOSSUND A., CAPDEVIELLE-DULA, C., TORRES-LEGUIZAMON M., CHEN X.X., TAN J.L., JUNG C., VILLEMANT C., ARNOLD G., SILVAIN J.F., 2015 – *Reconstructing the invasion and the demographic history of the yellow-legged hornet, Vespa velutina, in Europe*. - Biol. Invasions, 17: 2357-2371.
- ARCA M., PAPACHRISTOFOROU A., MOUGEL F., RORTAIS A., MONCEAU K., BONNARD O., TARDY P., THIÉRY D., SILVAIN J.F., ARNOLD G., 2014 – *Defensive behaviour of Apis mellifera against Vespa velutina in France: testing whether European honeybees can develop an effective collective defence against a new predator*. - Behav. Proc., 106: 122–129.
- BEGGS J.R., BROCKERHOFF E.G., CORLEY J.C., KENIS M., MASCIOCCHI M., MULLER F., ROME Q., VILLEMANT C., 2011 – *Ecological effects and management of invasive Vespidae*. - Biocontrol, 56: 505-526.
- BLANCHARD P., SCHURR F., CELLE O., COUGOULE N., DRAJNUDEL P., THIÉRY R., FAUCON J.-P., RIBIÈRE M., 2008 – *First detection of Israeli acute paralysis virus (IAPV) in France, a dicistrovirus affecting honeybees (Apis mellifera)*. - J. Invertebr. Pathol., 99: 348-350.
- CHAPIN F.S.III, ZAVALA E.S., EVINER V.T., NAYLOR R.L., VITOUSEK P.M., REYNOLDS H.L., HOOPER D.U., LAVOREL S., SALA O.E., HOBBIIE S.E., MACK M.C., DIAZ S., 2000 – *Consequences of changing biodiversity*. - Nature, 405: 234-242.
- COUTO A., LAPEYRE B., THIÉRY D., SANDOZ J.-C., 2016 – *Olfactory pathway of the hornet Vespa velutina: new insights into the evolution of the hymenopteran antennal lobe*. - J. Comp. Neurol. 524: 2335-2359.
- DARROUZET E., GÉVAR J., DUPONT S., 2015a – *A scientific note about a parasitoid that can parasitize the yellow-legged hornet, Vespa velutina nigrithorax, in Europe*. - Apidologie, 46: 130-132.
- DARROUZET E., GÉVAR J., GUIGNARD Q., ARON S., 2015b – *Production of early diploid males by European colonies of the invasive hornet Vespa velutina nigrithorax*. - PLoS ONE, 10: e0136680.
- DE HARO L., LABADIE M., CHANSEAU P., CABOT C., BLANC-BRISSET I., PENOUIL F., 2010 – *Medical consequences of the Asian black hornet (Vespa velutina) invasion in South Western France*. - Toxicon, 55: 650-652.
- DEMICHIELIS S., MANIMO A., PORPORATO M., 2013 – *Trovato il primo nido di Vespa velutina a Vallecrosia (IM)*. In: Comunicato Stampa. Università Degli Studi di Torino, Turin. <http://www.apilandia.it/capt/doc/Vespa%20velutina%202013.pdf>.
- GOULSON D., NICHOLLS E., BOTIAS C., ROTHERAY E.L., 2015 – *Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers*. - Science 347: 1435-1444
- GOVERN DE LES ILLES BALEARS, 2015 – *S'ha detectat una nova espècie invasora a les Illes Balears, la vespa asiàtica*. <http://www.caib.es/govern/pidip/dadesComunicat.do?lang=ca&codi=8827670>
- GROSSO-SILVA J.M., MAIA M., 2012 – *Vespa velutina Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Vespidae), new species for Portugal*. - Arquivos Entomol., 6: 53-54.
- HÖLLDOBLER B., WILSON E.O., 2008 – *The Superorganism*. W.W. Norton & Company, New York.
- IORIATTI C., ANFORA G., TASIN M., DE CRISTOFARO A., WITZGALL P., LUCCHI A., 2011 – *Chemical ecology and management of Lobesia botrana (Lepidoptera: Tortricidae)*. - J. Econ. Entomol., 104: 1125-37.
- JENNIONS M.D., PETRIE M., 2000 – *Why do females mate multiply? A review of the genetic benefits*. - Biol. Rev., 75: 21-64.
- KEN T., HEPBURN H.R., RADLOFF S.E., YUSHENG Y., YIQIU L., DANYIN Z., NEUMANN P., 2005 – *Heat-balling wasps by honeybees*. - Naturwissenschaften, 92: 492-495.
- LEE C.E., GELEMBIUK G.W., 2008 – *Evolutionary origins of invasive populations*. - Evol. Appl., 1: 427-448.
- LIEBERT A.E., WILSON-RICH N., JOHNSON C.E., STARKS P.T., 2010 – *Sexual interactions and nestmate recognition in invasive populations of Polistes dominulus wasps*. - Insect. Soc., 57:457-463.
- LÓPEZ S., GONZÁLES M., GOLDARAZENA A., 2011 – *Vespa velutina Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Vespidae): first records in Iberian Peninsula*. - Bull. OEPP/EPPO Bull., 41, 439-441.
- MARTIN S.J., 1995 – *Hornets (Hymenoptera: Vespinae) of Malaysia*. - Malay. Nat. J., 49: 71-82.
- MATSUURA M., YAMANE S., 1990 – *Biology of vespine wasps*. Springer-Verlag, Berlin.
- MILANESIO D., SACCANI M., MAGGIORA R., LAURINO D., PORPORATO M., 2016 – *Design of an harmonic radar for the tracking of the Asian yellow-legged hornet*. - Ecol. Evol., doi: 10.1002/ece3.2011
- MOLLER H., 1996 – *Lessons for invasion theory from social insects*. - Biol. Conserv., 78: 125-142.
- MONCEAU K., ARCA M., LEPRÊTRE L., MOUGEL F., BONNARD O., SILVAIN J.-F., MAHER N., ARNOLD G., THIÉRY D., 2013a – *Native prey and invasive predator patterns of foraging activity: the case of the yellow-legged hornet predation at European honeybee hives*. - PLoS One, 8: e66492
- MONCEAU K., BONNARD O., THIÉRY D., 2012 – *Chasing the queens of the alien predator of honeybee: a water drop in the invasiveness ocean*. - Open J. Ecol., 2: 183-191.
- MONCEAU K., BONNARD O., THIÉRY D., 2014 – *Vespa*

- velutina: a new invasive predator of honeybees in Europe. - J. Pest Sci., 87: 1-16.
- MONCEAU K., MAHER N., BONNARD O., THIÉRY D., 2013b – *Predation dynamics study of the recently introduced honeybee killer Vespa velutina: learning from the enemy.* - Apidologie, 44: 209-221.
- MONCEAU K., MAHER N., BONNARD O., THIÉRY D., 2015b – *Evaluation of competition between a native and an invasive hornet species : do seasonal phenologies overlap?* - Bull. Entomol. Res., 105: 462-469.
- MONCEAU K., MOREAU J., POIDATZ J., BONNARD O., THIÉRY D., 2015a – *Behavioral syndrome in a native and an invasive hymenoptera species.* - Insect Sci., 22: 541-548.
- MONCEAU K., THIÉRY D., 2016 – *Vespa velutina nest distribution at a local scale: An 8-year survey of the invasive honeybee predator.* - Insect Sci., doi: 10.1111/1744-7917.12331
- ONO M., SASAKI M., 1987 – *Sex pheromones and their cross-activities in six Japanese sympatric species of the genus Vespa.* - Insect. Soc., 34:252-260.
- MORTAIS A., VILLEMANT C., GARGOMINY O., ROME Q., HAXAIRE J., PAPACHRISTOFOROU A., ARNOLD G., 2010 – *A new enemy of honeybees in Europe: the Asian hornet Vespa velutina.* In: Atlas of biodiversity risks-from Europe to the globe, from stories to maps, Settele J. Ed., Pensoft, Sofia, p. 11.
- SHAH F.A., SHAH T.A., 1991 – *Vespa velutina, a serious pest of honey bees in Kashmir.* - Bee World, 72: 161-164.
- SIMBERLOFF D., MARTIN J.-L., GENOVESI P., MARIS V., WARDLE D.A., ARONSON J., COURCHAMP F., GALIL B., GARCÍA-BERTHOU E., PASCAL M., PYŠEK P., SOUSA R., TABACCHI E., MONTSERRAT V., 2013 – *Impacts of biological invasions: what's what and the way forward.* - Trends Ecol. Evol., 28: 58-66.
- SPIEWOK S., SCHMOLZ E., RUTHER J., 2006 – *Mating system of the European hornet Vespa crabro: male seeking strategies and evidence for the involvement of a sex pheromone.* - J. Chem. Ecol., 32:2777-2788.
- SPRADBERY J.P., 1973 – *Wasps: an account of the biology and natural history of social and solitary wasps.* University of Washington Press, Seattle.
- TAN K., CHEN W., DONG S., LIU X., WANG Y., NIEH J.C., 2014 – *Imidacloprid alters foraging and decreases bee avoidance of predators.* - PLoS ONE, 9: e102725.
- TAN K., LI H., YANG M.X., HEPBURN H.R., RADLOFF S.E., 2010 – *Wasp hawking induces endothermic heat production in guard bees.* - J. Insect. Sci., 10: 142 <http://insectscience.org/10.142>
- TAN K., RADLOFF S.E., LI J.J., HEPBURN H.R., YANG M.X., ZHANG L.J., NEUMANN P., 2007 - *Bee-hawking by the wasp, Vespa velutina, on the honeybees Apis cerana and A.mellifera.* - Naturwissenschaften, 94: 469-472.
- TAN K., WANG Z., CHEN W., HU Z., OLDROYD B.P., 2013 – *The 'I see you' prey-predator signal of Apis cerana is innate.* - Naturwissenschaften, 100: 245-248.
- TAN K., WANG Z., LI H., YANG S., HU Z., KASTBERGER G., OLDROYD B.P., 2012 – *An 'I see you' prey-predator signal between the Asian honeybee, Apis cerana, and the hornet, Vespa velutina.* - Anim. Behav., 83: 879-882.
- THOMAS C.R., 1960 – *The European wasp (Vespula germanica Fab.) in New Zealand.* - N. Z. Dep. Sci. Ind. Res. Inf. Ser., 27: 5-74.
- UK Government, 2016 - <https://www.gov.uk/government/news/asian-hornet-identified-in-gloucestershire>
- VILLEMANT C., MULLER F., HAUBOIS S., PERRARD A., DARROUZET E., ROME Q., 2011 – *Bilan des travaux (MNHN et IRBI) sur l'invasion en France de Vespa velutina, le frelon asiatique prédateur d'abeilles.* In : Proceedings of the Journée Scientifique Apicole, Arles, Barbançon J.-M. & L'Hostis M., Eds., ONIRIS-FNOSAD, Nantes, 11 February 2011, pp 3-12.
- VILLEMANT C., ZUCCON D., ROME Q., MULLER F., POINAR G.O., JUSTINE J.-L., 2015 – *Can parasites halt the invader? Mermithid nematodes parasitizing the yellow-legged Asian hornet in France.* - PeerJ, 3: e947.
- VITOUSEK P.M., MOONEY H.A., LUBCHENCO J., MELILLO J.M., 1997 – *Human domination of Earth's ecosystems.* - Science, 277: 494-499.
- WANG Z., QU Y., DONG S., WEN P., LI J., TAN K., MENZEL R., 2016 – *Honey bees modulate their olfactory learning in the presence of hornet predators and alarm component.* - PLoS ONE, 11: e0150399.
- WITT R., 2015 – *Erstfund eines Nestes der Asiatischen Hornisse Vespa velutina Lepeletier, 1838 in Deutschland und Details zum Nestbau (Hymenoptera, Vespinae).* - Ampulex, 7: 42-53.
- YANEZ O., ZHENG H.-Q., HU F.-L., NEUMAN P., DIETEMANN V., 2012 – *A scientific note on Israeli acute paralysis virus infection of Eastern honeybee Apis cerana and vespine predator Vespa velutina.* - Apidologie, 43:587-589
- YANG G.-H., 2005 – *Harm of introducing the Western honeybee Apis mellifera L. to the Chinese honeybee Apis cerana F. and its ecological impact.* - Acta Entomol. Sinica, 48: 401-406
- ZAYED A., PACKER L., 2005 – *Complementary sex determination substantially increases extinction proneness of haplodiploid populations.* - Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 102:10742-10746.

PROGETTO VELUTINA: LA RICERCA ITALIANA A CACCIA DI SOLUZIONI

LAURA BORTOLOTTI^{1*} - RITA CERVO² - ANTONIO FELICOLI³ - MARINO QUARANTA⁴
OVIDIO SALVETTI⁵ - ANDREA BERTON⁶ - FABRIZIO ZAGNI⁷ - ALESSANDRO CINI² - FEDERICO CAPPA²
IRENE PEPICIELLO² - IACOPO PETROCELLI² - DAVIDE MORONI⁵ - PIOTR MEDRZYCKI¹
NUCCIO LANTERI⁷ - MARCO LODESANI¹

¹ CREA-API, Unità di ricerca di apicoltura e bachicoltura, Via di Saliceto 80, Bologna

² Dipartimento di Biologia, Università degli studi di Firenze, Via Madonna del Piano 6, Sesto Fiorentino, Firenze

³ Dipartimento di scienze veterinarie, Università degli studi di Pisa, Viale delle Piagge 2, Pisa

⁴ CREA-ABP, Centro di ricerca per l'agrobiologia e la pedologia, Via Lanciola 12/A, Cascine del Riccio, Firenze

⁵ CNR-ISTI, Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo", Via Moruzzi 1, Pisa

⁶ CNR-IFC, Istituto di Fisiologia Clinica, Via Moruzzi 1, Pisa

⁷ Associazione apistica Apiliguria, Via 25 Aprile 4/12, Genova.

* laura.bortolotti@crea.gov.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità delle api e nuove minacce da insetti alieni per l'apicoltura italiana: *Aethina tumida* e *Vespa velutina*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 18 novembre 2016.

Velutina project: Italian research hunting for solution

Vespa velutina Lepieltier, 1836 (Hymenoptera: Vespidae) is an invasive predator of honeybees accidentally introduced into Europe from eastern Asia. It was observed for the first time in southwest France in 2004 and in the following years it rapidly spread almost all over the country. In 2013 it was officially reported in Italy, in the region Liguria, near the border with France. In three years it invaded the whole province of Imperia and it was occasionally reported also in the South Western of Piedmont and in one locality in South Eastern Piedmont.

The VELUTINA project was funded in 2014 by the Italian Ministry of Agriculture, with the aim of finding effective control methods against the predator. It includes both research and surveillance: adult and nest monitoring; development of methods for nest detection; development of protocols for nest destruction; studies on wasp chemical communication.

Adult monitoring was performed in 5 Italian regions – the two where the hornet is already present and the three bordering ones – with the cooperation of Universities, research centres and beekeeping associations. Reports of *V. velutina* nests were collected from 2014 to 2016 thanks to the activity of the beekeeping association Apiliguria. Between 2014 and 2015 the presence of *V. velutina* was confirmed in the provinces where it was already present, with a small enlargement of the distribution area, both along the coast and the valleys, with no trespassing to other regions. Only recently, in November 2016, the presence of *V. velutina* was reported and confirmed by our institution in a locality of Veneto region, very near to the border with Lombardy and Emilia Romagna.

At present, nest destruction represents the most effective method to limit the diffusion of the hornet, but it shows limitations and inconveniences. Nests are often difficult to locate and reach, their destruction is costly and risky for the staff and it is not regulated by official approved protocols. Within VELUTINA project some progresses have been made towards the official recognition of the method, thanks to the cooperation with national and regional institutions.

After the end of Velutina project, the researchers of the project and the beekeeping associations of the invaded areas joined together in the scientific net Stopvelutina (www.stopvelutina.it), whose aim is to collect information and find new solutions to limit the spread of *V. velutina*. Beside the continuation of previous researches, a patent pending method was tested in summer 2016 to fight *V. velutina* adults in front of the apiaries in Liguria. From the first preliminary results the method resulted highly effective and it seems suitable to contrast the predator also in new invaded areas.

KEY WORDS: *Vespa velutina*, monitoring, nest destruction, pheromones, thermography.

PREMESSA

Vespa velutina Lepieltier, 1836, detta anche calabrone asiatico, è un Imenottero Vespidae originario del Sud est asiatico, dove occupa un'ampia zona che comprende Cina, India, Indonesia e Indocina. La sottospecie *V. velutina nigritorax*, proveniente dalla Cina meridionale, è stata introdotta accidentalmente in Francia nel 2004, probabilmente tramite scambi commerciali, e da allora si è diffusa in quasi tutto il territorio francese e nelle regioni

settentrionali di Spagna e Portogallo, arrivando nel 2012 anche in territorio italiano attraverso il confine francese con la Liguria. In Italia si è diffusa in tutto il Ponente ligure fino a Savona e in alcune zone del Piemonte centro e sud occidentale. Segnalazioni di adulti sono arrivate anche nel 2011 dalla zona di confine tra Francia e Belgio, nel 2014 da una regione della Germania e infine a settembre 2016 dal Regno Unito.

V. velutina è specializzata nell'attaccare l'ape mellifera (*Apis mellifera* L.) di cui cattura le bottinatrici

al rientro nell'alveare, le uccide e le porta nel proprio nido come alimento per la prole, indebolendo pericolosamente la colonia. Inoltre le api bottinatrici delle colonie predate smettono di uscire dall'arnia per la raccolta di nutrimento, provocando danni sia alla famiglia, privata del necessario sostentamento, sia alla produzione di miele. Per questi motivi essa può diventare una grave minaccia per l'apicoltura, come già avvenuto in Francia, dove è stata stimata una perdita di alveari causata da questo predatore variabile tra il 30% e l'80% a seconda delle zone (MONCEAU *et al.*, 2013).

In risposta all'arrivo del predatore in Italia, il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali (MiPAAF) ha approvato nel 2014 un progetto di ricerca, il progetto Velutina, della durata di un anno, che aveva come finalità la messa a punto di sistemi di contenimento del calabrone asiatico.

Il progetto era articolato su quattro filoni di ricerca: monitoraggio della presenza del calabrone nel territorio italiano; studio di tecniche di rilevamento dei nidi; predisposizione di protocolli per la distruzione dei nidi; studio di attrattivi feromonalmente degli adulti. Questi filoni di ricerca rispecchiavano le possibili misure di contenimento note e messe in atto all'epoca nei paesi già colpiti, in particolare la Francia, oltre a ricerche su possibili nuovi sistemi.

MONITORAGGIO DEGLI ADULTI

La precoce individuazione della presenza del calabrone sul territorio è alla base di qualsiasi strategia di contenimento. Per questo motivo un grande sforzo è stato riservato, nell'ambito del progetto, al monitoraggio, anche in sinergia con altri progetti di ricerca (Progetto BeeNet) e con iniziative già esistenti sul territorio italiano (rete di monitoraggio già esistente in Liguria e Piemonte, iniziative regionali in Toscana e Lombardia).

Per circoscrivere la zona infestata si è scelto di posizionare la maggiore densità di punti di monitoraggio in Liguria e Piemonte e nelle tre regioni confinanti (Toscana, Lombardia ed Emilia Romagna), sia sulle zone di confine con Liguria e Piemonte, sia lungo le direttrici principali di scambio commerciale, visto che la diffusione del predatore può avvenire attraverso il trasporto umano di merci e manufatti. Si è così costituita una vasta rete di monitoraggio (Figura 1), costituita da oltre 700 postazioni, di cui la maggior parte localizzate in Liguria, con una maggiore densità nella provincia di Imperia, e circa 300 distribuite nelle altre 4 regioni. La rete, coordinata dal CREA-API, era gestita da diverse istituzioni con modalità differenti nelle diverse regioni, ma con la finalità comune di rilevare la presenza del

calabrone nel suo spostamento attraverso il territorio italiano.

Per il monitoraggio degli adulti è stato utilizzato sia il sistema delle bottiglie trappola, descritto da DEMICHELIS *et al.* (2014), sia l'osservazione diretta degli alveari da parte degli apicoltori. Il ritrovamento di esemplari sospetti può essere segnalato al sito del progetto www.stopvelutina.it con un apposito modulo.

La modalità di svolgimento del monitoraggio e le caratteristiche della rete nelle diverse regioni sono state oggetto di pubblicazione su riviste di settore (BORTOLOTTI, 2016), mentre per quanto riguarda i risultati raccolti nei due anni di monitoraggio (2014 e 2015), i ritrovamenti di adulti hanno riguardato esclusivamente le zone già colpite di Liguria e Piemonte, mentre nessun adulto è stato rilevato nelle altre regioni monitorate.

Nel 2016, terminati i progetti BeeNet e Velutina e in assenza di ulteriori finanziamenti, la rete di monitoraggio e il sistema di segnalazione sono proseguiti su base volontaria, grazie all'azione delle associazioni apistiche presenti sul territorio. A novembre 2016 una segnalazione pervenuta al sito www.stopvelutina.it ha permesso di individuare una nuova zona di presenza di *V. velutina* a Bergantino, sulle rive del fiume Po, nella provincia veneta di Rovigo e a pochi chilometri dal confine con Lombardia e l'Emilia Romagna (BORTOLOTTI e CERVO, 2016). In seguito a questo ritrovamento, situato a più di 200 km dalla segnalazione più vicina e a più di 300 km dalla zona di attuale insediamento, in una zona in cui la rete di monitoraggio non era presente, sono state collocate 130 nuove postazioni nelle provincie di Rovigo, Ferrara, Modena e Mantova (Fig. 1).

CENSIMENTO DEI NIDI

Oltre al monitoraggio degli adulti, sono stati anche raccolti, grazie alla collaborazione con l'associazione apistica Apiliguria, i risultati delle segnalazioni dei nidi nel territorio ligure. Questo lavoro ha permesso sia di seguire l'espansione del calabrone, in collegamento con i dati di ritrovamento degli adulti, sia di raccogliere informazioni sulla distribuzione della specie nel territorio e sulle sue abitudini di nidificazione. Nella Fig. 2 sono mostrati i nidi rilevati dal 2014 al settembre 2016.

Dal suo arrivo in Italia, l'areale di nidificazione di *V. velutina* si è sviluppato sia lungo la costa, raggiungendo una distanza di circa 60 km dal confine con la Francia, sia nell'entroterra, dove diversi nidi sono stati trovati lungo le valli a una distanza di 20-30 km dalla costa (BERTOLINO *et al.*, 2016). I nidi segnalati nel 2015 sono stati 215, circa il doppio di

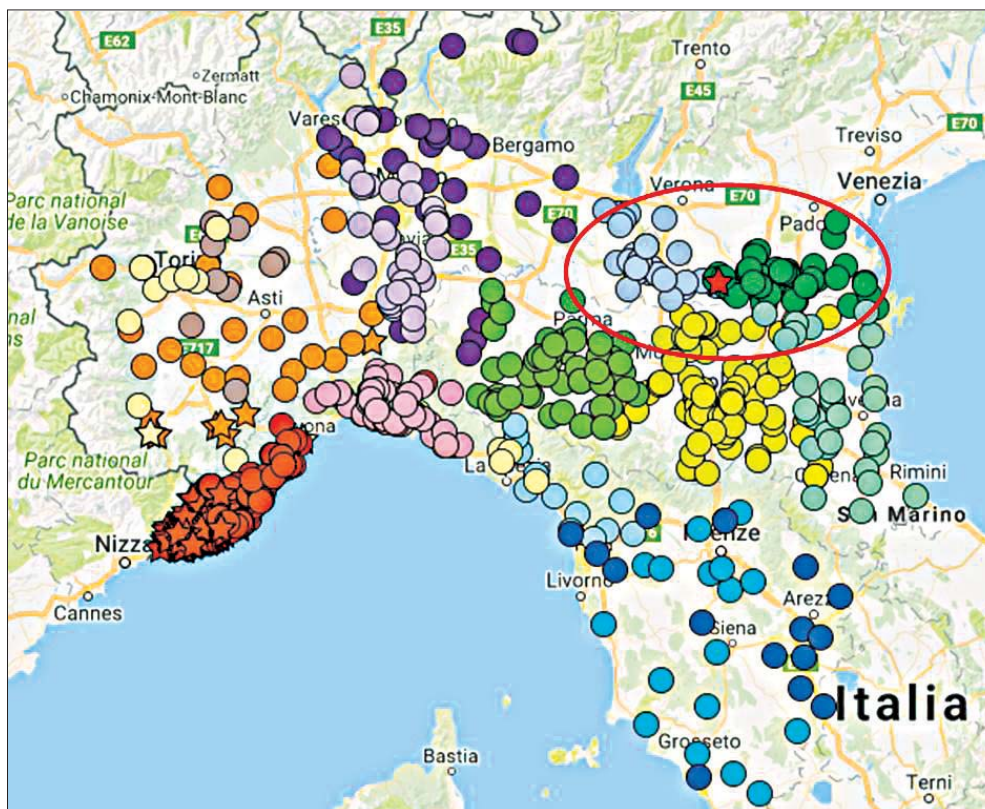


Fig. 1 – Postazioni del progetto Velutina nelle regioni italiane interessate dalla rete di monitoraggio nel 2014-2015. Ogni punto corrisponde a una postazione di monitoraggio. Le stelle rappresentano i siti in cui le trappole sono risultate positive, mentre i diversi colori fanno riferimento agli enti che gestivano le trappole. Nell'ovale la localizzazione del nuovo ritrovamento di *V. velutina* a Bergantino a novembre 2016 (stella rossa) e le nuove postazioni di monitoraggio collocate nelle provincie limitrofe (maggiori informazioni sul sito www.stopvelutina.it).

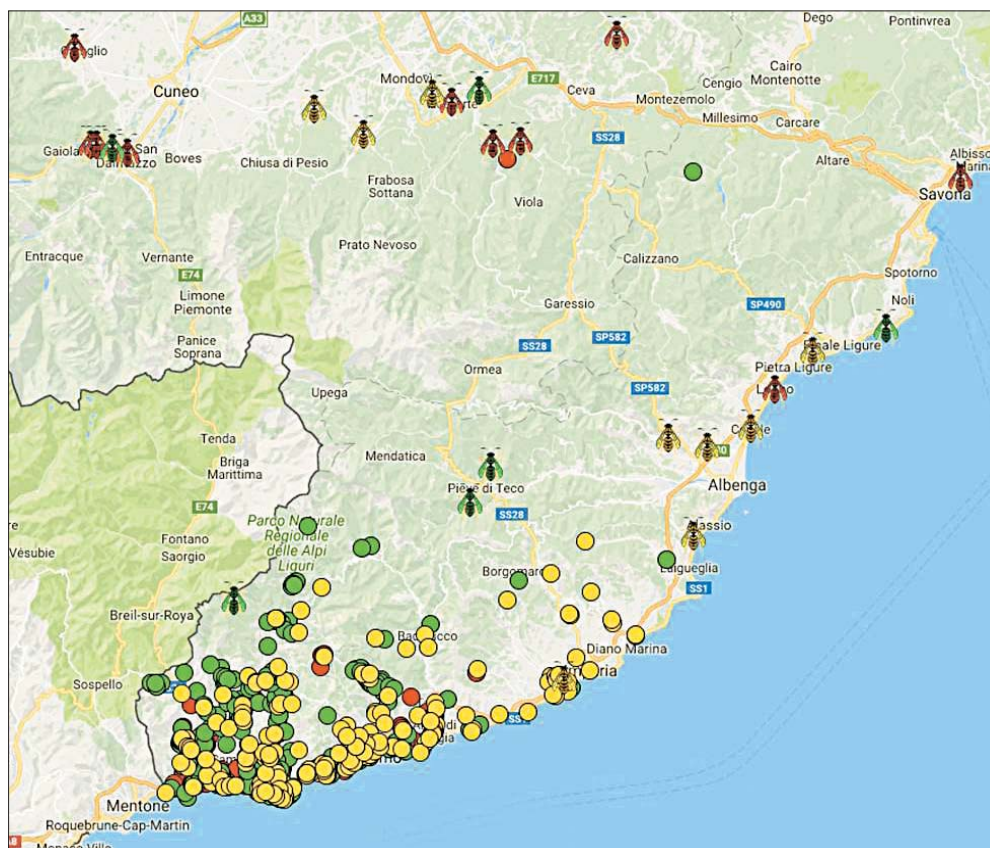


Fig. 2 – Mappa dei ritrovamenti di nidi (cerchi colorati) e di adulti (icona della vespa) negli anni 2014 (in rosso), 2015 (in verde) e 2016 (in giallo).

quelli segnalati nel 2014. Nel 2016, viceversa, l'area occupata dai nidi è rimasta contenuta entro i confini già raggiunti nell'anno precedente, ma il loro numero a dicembre 2016 aveva già superato i 400. Nella valutazione di questi numeri occorre tenere conto che i nidi rilevati con il sistema delle segnalazioni rappresentano solo una frazione di quelli che potrebbero effettivamente essere presenti sul territorio.

Il rilevamento di adulti del calabrone in zone anche molto lontane dall'area di distribuzione dei nidi (Fig. 2), senza che negli anni successivi venisse individuato alcun nido o si avessero indicazioni di una popolazione stabile, potrebbe essere dovuto all'introduzione occasionale di adulti, a cui non è seguito un insediamento della specie.

Per quanto riguarda la posizione e le caratteristiche dei nidi rilevati negli anni 2014 e 2015 (BORTOLOTTI *et al.*, 2016a), l'aspetto più rilevante emerso dall'indagine è stato l'estrema variabilità nelle abitudini di nidificazione di questa specie. I nidi primari, cioè quelli costruiti dalla sola regina dopo l'uscita della diapausa invernale, sembrano avere una collocazione abbastanza costante, sempre al coperto, in vicinanza di abitazioni, serre o capanni; viceversa quelli secondari, cioè i grossi nidi costruiti dalle operaie della vespa quando la colonia raggiunge dimensioni maggiori, si possono trovare nelle posizioni più disparate, sia al chiuso che all'aperto, a terra sotto la vegetazione o sugli alberi fino ad oltre 20 metri di altezza. La variabilità riguarda anche la distribuzione altimetrica, poiché i nidi sono stati osservati dal livello del mare fino a 1200 metri di altitudine. Sebbene sia riportato in letteratura che questa specie non possa sopravvivere a quote superiori ai 1000 metri, probabilmente il clima mite della Liguria ha favorito una distribuzione anche a maggiori altitudini.

Questi risultati suggeriscono per questa specie una notevole capacità di colonizzazione del territorio e una grande versatilità nella nidificazione, che fanno temere una sua rapida espansione nel nostro territorio, come d'altra parte già osservato negli altri paesi invasi.

SISTEMI TECNOLOGICI PER LA RICERCA DEI NIDI

La ricerca dei nidi è uno dei punti critici nella lotta a *V. velutina*. Come si è detto, i nidi si trovano spesso in luoghi nascosti o ad elevata altezza sulla vegetazione, perciò in molti casi non vengono avvistati. Poiché oggi il controllo di questa specie si basa perlopiù sulla distruzione dei nidi, individuare tempestivamente la loro posizione rappresenta, soprattutto nelle zone di nuova invasione, la chiave per una efficace strategia di contenimento.

Nel progetto Velutina sono state studiate due diverse tecniche di ricerca dei nidi, entrambe basate su sistemi altamente tecnologici. La prima, elaborata dal DISAFA dell'Università di Torino e dal Politecnico di Torino, consisteva nell'applicazione di un radar armonico per tracciare il volo delle vespe, alle quali veniva applicato, incollandolo sul torace, un trasponder di piccole dimensioni. Questo sistema ha permesso di seguire il volo della vespa dagli alveari fino a una distanza massima di 125 m e un'altezza dal suolo pari a 15 m (MILANESIO *et al.*, 2016). Poiché le osservazioni in campo riportano una distanza di volo del calabrone durante i voli di foraggiamento di oltre un kilometro, questa tecnologia richiede notevoli migliorie per poter essere applicata alla ricerca dei nidi.

La seconda tecnica, elaborata dai ricercatori dell'Università di Pisa, di CNR-ISTI dell'Area della Ricerca CNR di Pisa e dal CREA-ABP, ha riguardato l'applicazione di un sistema integrato di tracking di insetti in volo, basato, da un lato, sull'uso di un tag attivo e di un software per la sua individuazione a distanza, dall'altro da una videocamera multisensore visibile e termico montata su un drone, per identificare dall'alto la posizione dei nidi. L'analisi dei tracciati video ottenuti dalla videocamera ha evidenziato una differenza di visibilità del nido tra sensore termico e visibile, che potrebbe risultare utile per la ricerca dei nidi tra la vegetazione (Fig. 3), mentre i primi test per valutare la distanza massima di rilevamento con il tag attivo in campo aperto, effettuati collocando il tag a varie altezze e a distanze crescenti dal sistema di ricezione, sono arrivati fino alla distanza di 2000 metri. Anche questo secondo sistema necessita tuttavia di ulteriori studi prima di pervenire a una possibile applicazione nella ricerca dei nidi di *V. velutina*.

DEFINIZIONE DI PROTOCOLLI PER LA DISTRUZIONE DEI NIDI

In attesa delle ricerche su nuove tecniche, la distruzione dei nidi rappresenta oggi l'unica strada possibile per il contenimento di *V. velutina*. Il metodo utilizzato, mutuato dall'esperienza sul territorio francese, consiste nell'irrorazione dei nidi con prodotti a base di permetrina in polvere, che rimane attiva per alcuni giorni, permettendo di colpire sia le vespe presenti nel nido al momento del trattamento, sia quelle che vi rientrano nelle ore successive. Per colpire i nidi situati ad altezze elevate, vengono utilizzate aste telescopiche munite di un puntale collegato ad un tubicino, in cui la permetrina viene fatta scorrere grazie ad un serbatoio a pressione posizionato a terra. Questo sistema, utilizzato dalle squadre di intervento organizzate da Apiliguria nel 2015 in provincia di Imperia e finan-

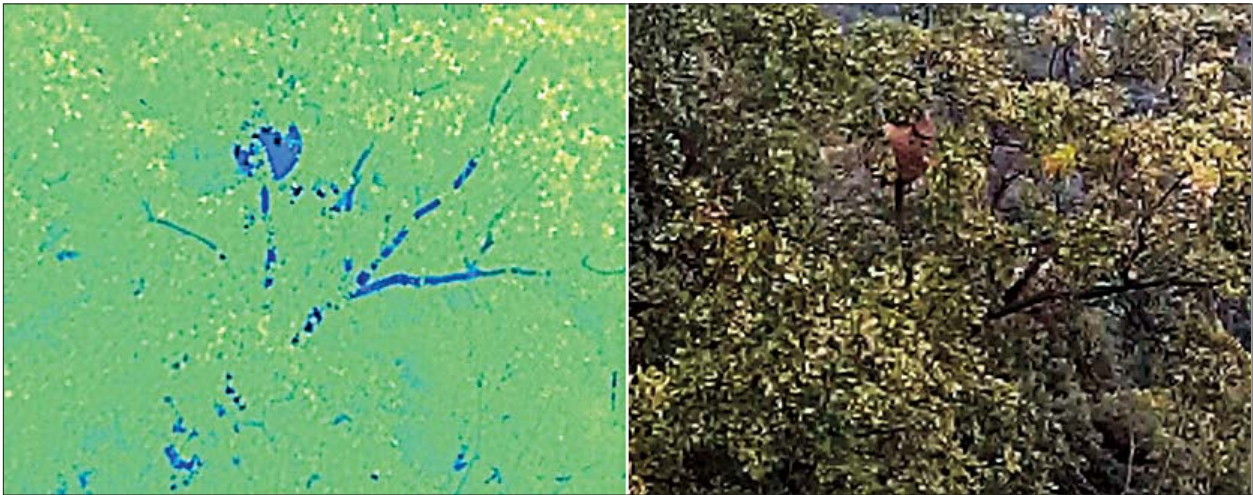


Fig. 3 – Immagine di un nido di *V. velutina* registrata mediante camera multisensore nello spettro del visibile (a dx) e del termico (a sx).

ziate con il contributo economico della regione Liguria, è risultato estremamente efficace, ma lascia tuttavia diverse problematiche irrisolte. La principale riguarda la predisposizione di protocolli ufficiali per gli interventi sul territorio, ivi incluse le questioni di autorizzazione all'uso di prodotti e attrezzature e la sicurezza degli operatori, e le competenze istituzionali sul territorio.

Nell'ambito del progetto Velutina è stato predisposto un documento che descrive la sequenza di azioni da intraprendere al fine di realizzare un sistema nazionale di sorveglianza e di intervento. Il protocollo stabilisce le figure che dovrebbero essere abilitate a gestire l'emergenza e a intervenire sui nidi e definisce le loro specifiche competenze e ambito di attività. Una simulazione del sistema, con la specifica divisione territoriale e la stima del numero di persone coinvolte, viene applicata alla Regione Toscana. Il documento è scaricabile alla pagina: http://www.stopvelutina.it/wp-content/uploads/2015/10/Protocollo_segna_lazione_intervento-velutina_Master.pdf.

Poiché la permetrina in polvere non è registrata in Italia per questo specifico uso, nell'ambito del progetto è stata presentata al Ministero della Salute una notifica di utilizzo in deroga per scopi sperimentali. Tale notifica, che include anche la descrizione del protocollo operativo da seguire negli interventi sui nidi, è scaricabile alla pagina http://www.stopvelutina.it/wp-content/uploads/2015/07/Notifica_permetrina_def.pdf.

RICERCA DI SOSTANZE ATTRATTIVE COINVOLTE NEI SISTEMI DI COMUNICAZIONE CHIMICA

Questa ricerca aveva come scopo l'individuazione di sostanze attrattive di tipo feromonale, per valutare

un loro possibile utilizzo in trappole per la cattura di maschi o regine di *V. velutina*, concentrandosi in particolare sui composti volatili presenti nel veleno.

Mediante biosaggi comportamentali in ambiente confinato, è stata valutata la possibile esistenza di un'attrazione sessuale feromonale tra maschi e future regine del calabrone, seguita dall'identificazione in laboratorio delle eventuali sostanze coinvolte, tramite tecniche elettrofisiologiche e analisi chimiche.

I risultati, descritti in maggior dettaglio nell'articolo di CINI *et al.* (2017) indicano che i maschi sono maggiormente attratti dall'odore delle femmine rispetto a quello dei maschi, suggerendo quindi l'esistenza di un'attrazione su base odorosa. Inoltre, i maschi sono maggiormente attratti dalle femmine riproduttrici rispetto a quelle appartenenti alla casta operaia, e ciò fa pensare che si tratti di una risposta sessuale. La risposta antennale dei maschi all'estratto di femmine (sia operaie che riproduttrici) è risultata maggiore rispetto ai controlli, mentre non è emersa differenza tra operaie e future fondatrici, suggerendo quindi che i composti volatili del veleno non siano responsabili di questa attrazione sessuale. Questi risultati indicano l'esistenza di sostanze ad azione feromonale in questa specie, anche se non è stato ancora possibile individuarne con precisione la fonte ghiandolare.

LA RETE STOPVELUTINA E LE RICERCHE FUTURE

Dalle attività svolte nel progetto Velutina e dalla proficua integrazione tra i ricercatori del progetto e le associazioni apistiche operanti sul territorio, è nata la rete Stopvelutina, i cui scopi comprendono la sorveglianza attiva del territorio nazionale per la presenza del calabrone e la messa a punto di nuove strategie di contenimento. La rete offre ai cittadini e agli api-

coltori informazioni utili su questa specie esotica, sulla sua biologia, i danni che provoca e le possibili modalità di intervento. La rete comunica con il pubblico attraverso il sito www.stopvelutina.it, sul quale si trovano utili schede identificative, immagini, video informativi e un notiziario periodico sempre aggiornato. Dal sito è inoltre possibile segnalare, attraverso un modulo, la presenza di esemplari sospetti di vespe o dei loro nidi e di comunicare con i ricercatori della rete per avere risposte e suggerimenti.

I ricercatori e gli apicoltori della rete Stopvelutina sono anche impegnati in ambiti di ricerca sia di base che applicata, per trovare nuovi metodi di controllo del calabrone. Nella stagione 2015 sono stati effettuati test mediante l'uso di una termocamera sul comportamento di *heat balling* delle operaie di *V. velutina* (Fig. 4), mentre nell'estate 2016 sono state fatte le prime sperimentazioni sul range di predazione dei nidi di *V. velutina* verso gli alveari (BORTOLOTTI *et al.*, 2016b). In questi due anni, inoltre, è stato sperimentato un nuovo metodo che ha portato risultati molto promettenti nella riduzione del tasso di predazione degli alveari e nella neutralizzazione dei nidi presenti nelle aree circostanti gli apiari. Questo metodo è attualmente in attesa di brevetto da parte di una società privata e quindi coperto da segreto aziendale, ma sarà reso noto dopo il mese di giugno 2017.

Il progetto Velutina, finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali e coordinato dal CREA-API, è stato attivo da gennaio 2015 a marzo 2016 e prevedeva azioni sia di ricerca che di sorveglianza al calabrone, tra cui la predisposizione di una rete di monitoraggio degli adulti nel territorio italiano, la rilevazione della presenza di nidi, lo sviluppo di sistemi e protocolli per la ricerca e la distruzione dei nidi, gli studi sulla comunicazione chimica della vespa.

Nel 2015 il monitoraggio è stato eseguito in 5 regioni italiane – le due in cui la vespa era già presente e le tre confinanti – con la collaborazione di Università, centri di ricerca e associazioni di apicoltori. Nessuna segnalazione è pervenuta fuori dalle zone di accertata presenza della vespa, fatta eccezione per la segnalazione dalla provincia di Rovigo, arrivata nel novembre 2016, a progetto già terminato. Nel 2014 e 2015 sono stati rilevati oltre 300 nidi nella sola provincia di Imperia, la maggior parte dei quali è stata distrutta da squadre di apicoltori coordinate da Apiliguria. Sebbene la distruzione dei nidi rappresenti oggi il metodo più efficace per limitare la diffusione di *Vespa velutina*, esso mostra alcuni limiti e inconvenienti. Molti nidi sono nascosti e difficili da raggiungere, la loro distruzione risulta costosa e rischiosa per il personale che la esegue e non esistono metodi ufficiali.

Grazie alle positive interazioni avviate nell'ambito del progetto, le istituzioni di ricerca del progetto Velutina, assieme ad alcune associazioni apistiche locali, hanno creato il gruppo Stopvelutina, un network di ricercatori e apicoltori, aperto anche alla partecipazione dei cittadini, per la raccolta di informazioni e lo studio di metodi di lotta a questo pericoloso predatore.



Fig. 4 – Registrazione della temperatura di heat balling di *Apis mellifera* su *Vespa velutina* in Liguria.

RIASSUNTO

Vespa velutina, anche detta calabrone asiatico, è una specie aliena predatrice di api, accidentalmente introdotta in Europa dall'Asia orientale. È stata osservata per la prima volta nel sud-ovest della Francia nel 2004 e negli anni successivi si è diffusa rapidamente in quasi tutto il paese. Nel 2011 ha raggiunto la Spagna, l'anno dopo il Portogallo, e nel 2013 è stata ufficialmente segnalata in Liguria, vicino al confine con la Francia. Nei tre anni successivi ha invaso tutta la provincia di Imperia, sia lungo la costa che nelle valli, e alcune segnalazioni sono arrivate anche dal sud del Piemonte, in provincia di Cuneo, e recentemente da una località del Veneto in provincia di Rovigo.

BIBLIOGRAFIA

- BERTOLINO S., LIOY S., LAURINO D., MANINO A., PORPORATO M., 2016 – *Spread of the invasive yellow legged hornet Vespa velutina (Hymenoptera: Vespidae) in Italy.* - Applied Entomology and Zoology, 51: 589-597
- BORTOLOTTI L., 2016 – *La rete di monitoraggio di Vespa velutina in Italia.* - L'Apis, n. 1: 7-12.
- BORTOLOTTI L., CERVO R., 2016 – *La Vespa velutina è arrivata in Veneto.* - Apitalia, 12: 8-10.
- BORTOLOTTI L., FIORILLO F., ZAGNI F., LANTERI N., 2016b – *Osservazioni preliminari sull'areale di predazione delle operaie di Vespa velutina.* - Apitalia, 11: 24-27.
- BORTOLOTTI L., ZAGNI F., LANTERI N., 2016a – *Da terra a*

- cielo: i nidi di Vespa velutina rilevati nel Ponente ligure nelle stagioni 2014 e 2015.* - L'Apis, n. 6: 11-16.
- CINI A., ANFORA G., CAPPA F., DANI F.R., PEPICIELLO I., PETROCELLI I., TURILLAZZI S., BORTOLOTTI L., CERVO R., 2017 – *Indagini preliminari sulla presenza di feromoni sessuali nel calabrone invasivo, Vespa Velutina.* Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, LXIV (2016): 157-162
- DEMICHELI S., MANINO A., MINUTO G., MARIOTTI M., PORPORATO M., 2014 – *Social wasp trapping in north west Italy: comparison of different bait-traps and first detection of Vespa velutina.* - Bulletin of Insectology, 67 (2): 307-317.
- MILANESIO D., SACCANI M., MAGGIORA R., LAURINO D., PORPORATO M., 2016 – *Design of an harmonic radar for the tracking of the Asian yellow-legged hornet.* - Ecology and Evolution, 6(7): 2170-2178.
- MONCEAU K., BONNARD O., THIÉRY D., 2016 – *Vespa velutina: a new invasive predator of honeybees in Europe.* - Journal of Pest Science, 87 (1): 1-16.

VESPA VELUTINA: DAL SUO ARRIVO IN EUROPA ALLA SUA GESTIONE IN ITALIA CON IL PROGETTO LIFE STOPVESPA

MARCO PORPORATO (*)

(*) Università di Torino - Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari - Largo Paolo Braccini 2 - 10095 Grugliasco (Torino)
- e-mail: marco.porporato@unito.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità delle api e nuove minacce da insetti alieni per l'apicoltura italiana: *Aethina tumida* e *Vespa velutina*". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 18 novembre 2016.

Vespa velutina: from its arrival in Europe to its management in Italy with the LIFE STOPVESPA project

Vespa velutina Lepeletier 1836, accidentally introduced into France in 2004, is rapidly colonizing other European countries. Since 2007, the University of Turin has established a monitoring system in Piedmont and Liguria with the aim to detect its presence early. This system allowed to trap the first specimen in 2012 in Loano municipality (Savona district). Furthermore, in 2013 others reports from Piedmont and Liguria of both *V. velutina* nests and adults were received. As a consequence Department of Agricultural, Forest and Food Sciences (DISAFA) held informative meetings and produced some publications. The actions against *V. velutina* spread developed by DISAFA were not supported enough by Italian funds; therefore DISAFA, in cooperation with the Department of Electronics and Telecommunications (DET) of the Politecnico di Torino, decided to apply for European LIFE funding programme. The project "*Spatial containment of Vespa velutina in Italy and establishment of an Early Warning and Rapid Response System*" was selected and financed by the European Commission. The project started in 2015. It aims to: control the population by nests destruction; increase knowledge on *V. velutina* biology, ecology and spread; implement a harmonic radar to locate the nests; assess economic losses of beekeeping industry and ecological impacts on wild insects; implement an Early Warning and Rapid Response System in Italy. Due to its spreading ability, the European Commission has included *V. velutina* in the first list of invasive alien species of Union concern. This means that European Union the member states should control or eradicate the species. Considering that *V. velutina* is already present in several European and Asian countries, in 2015 COLOSS association, as suggest by DISAFA, established an international task force, to connect different institutions and share knowledge.

KEY WORDS: yellow-legged hornet, spatial containment, Early Warning, Rapid Response System, harmonic radar.

Quando nel 2005 venne annunciato l'arrivo della specie invasiva *Vespa velutina* Lepeletier 1836 in Francia lo staff dell'Osservatorio di Apicoltura dell'Università di Torino cominciò a seguirne attentamente l'evoluzione. Nel 2006 *V. velutina* era già segnalata in 13 dipartimenti francesi, quasi il 15% del territorio nazionale e la sua velocità di espansione lasciava presagire un suo prossimo arrivo anche in Italia attraverso il confine occidentale. Questa analisi indusse a partecipare nel 2007 al bando di ricerca della Regione Piemonte con il progetto "*Pericolo di introduzione di Vespa velutina nigrithorax in Piemonte*" che aveva la finalità di monitorare l'arrivo della specie invasiva, di provvedere alla rimozione di eventuali colonie e di organizzare un sistema di allerta e di intervento tempestivo; conclusa la selezione il progetto risultò classificato al 54° posto su 108 proposte presentate, primo dei progetti privi di finanziamento.

L'Osservatorio di Apicoltura accolse con preoccupazione il mancato finanziamento, ma considerato il pericolo decise comunque di avviare una sperimentazione essenziale utilizzando le scarse risorse messe

a disposizione dall'Ateneo. La sperimentazione riguardò inizialmente la scelta del tipo di trappola e la verifica di efficacia di diverse esche attrattive (birra chiara, succhi di frutta, sciroppi, estratti per brodo, spezie, ecc.) utilizzate in passato per monitoraggi di Vespidae oppure propagandate per trappolare *V. velutina*. La birra risultò la migliore esca per attrattività nei confronti di vespidi e selettività nei confronti di *Apis mellifera* e api selvatiche. In seguito, negli anni 2008-2009, un monitoraggio condotto in cinque località del Piemonte, messo a punto anche che per seguire l'eventuale diffusione di *V. velutina* in Italia e valutarne l'impatto su api e vespe sociali, consentì di stabilire quali specie di vespe sociali presenti in Piemonte erano rimaste intrappolate e di determinarne l'andamento stagionale delle catture. L'attività svolta fu presentata con un poster al convegno AISASP di Reggio Calabria del 2010 (DEMICHILIS *et al.*, 2010).

A partire dal 2010, in collaborazione con il Centro di Sperimentazione e Assistenza Agricola (CERSAA) di Albenga (SV) e l'Università di Genova (Giardini Hanbury, Ventimiglia, IM), con il supporto finanziario dell'Università di Torino e della Regione Liguria,

una attività di monitoraggio fu avviata in alcune località scelte in prossimità delle direttrici di trasporto merci e di aree di interscambio, dopo aver analizzato le direttrici di traffico commerciale tra Italia, Francia e Spagna (Fig. 1). Grazie a questa attività, nella postazione di Loano (SV), il 19 novembre 2012 fu catturato il primo esemplare di *V. velutina* in Italia. Questo ritrovamento fu segnalato alle autorità regionali e reso pubblico con un comunicato stampa, mentre una particolare attenzione al problema venne richiesta alle Associazioni degli apicoltori liguri. L'anno successivo non vennero fatte segnalazioni fino al 12 luglio 2013, quando il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) certificò la prima colonia di *V. velutina* trovata in un capanno a 100 m dal mare nel comune di Vallecrosia (IM), su segnalazione dell'apicoltore Stefano Franceschelli e dell'Associazione Apiliguria. Altri cinque nidi molto sviluppati furono ritrovati in autunno nel comune di Dolceacqua (IM) grazie all'attività degli apicoltori locali (Fig. 2).

L'allarme suscitato dal ritrovamento delle colonie evidenziò la necessità di allertare il mondo dell'apicoltura italiana e a tale proposito l'Università di Torino e le Associazioni di apicoltura Apiliguria e



Fig. 1 – Postazione di monitoraggio di *V. velutina* ai Giardini Hanbury di Ventimiglia (IM).

Aspromiele organizzarono il 29 e il 30 novembre 2013 due convegni, a Cuneo e Sanremo (IM), aventi per oggetto “Il Calabrone asiatico *Vespa velutina*. Conoscerlo e combatterlo”. Ai convegni parteciparono anche apicoltori francesi che portarono la loro esperienza acquisita negli anni precedenti. Sempre al fine di sensibilizzare il settore apistico sul nuovo pericolo, fornire informazioni e raccogliere segnalazioni, nel gennaio 2014 l'Università di Torino attivò il sito web www.vespavelutina.unito.it, mentre nello stesso anno numerosi articoli divulgativi furono predisposti dal DISAFA e pubblicati sulle riviste di settore (PORPORATO *et al.*, 2014a; PORPORATO *et al.*, 2014b; PORPORATO *et al.*, 2014c; PORPORATO *et al.*, 2014d; PORPORATO *et al.*, 2014e), oltre che di più vasta valenza ambientale (PORPORATO, 2014).

Nel febbraio 2014 il DISAFA inviò al Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, al Ministero della Salute, al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e agli Assessorati Agricoltura delle Regioni Liguria e Piemonte il progetto “*Vespa velutina* in Italia nord-occidentale. Monitoraggio della diffusione, valutazione dell'impatto su apicoltura e ambiente, sviluppo di metodi di controllo”. Nessuna risposta è mai pervenuta dal MIPAAF, mentre il Ministero della Salute ritenne che, trattandosi di una specie invasiva, la competenza fosse del Ministero dell'Ambiente.

Non avendo ottenuto risposta per un progetto di più ampio respiro, a maggio dello stesso anno una proposta di ricerca “*Vespa velutina*: messa a punto di un sistema radar per l'individuazione dei nidi” venne presentata alla Regione Piemonte. La proposta era frutto dell'analisi delle attività di contrasto utilizzate in Francia, che non avevano ottenuto fino a quel momento risultati per ridurre la popolazione e la diffusione di *V. velutina*. Poiché le colonie si sviluppano all'interno di nidi prevalentemente nascosti tra la vegetazione e quindi difficili da individuare, si pensò alla realizzazione di una apparecchiatura radar che consentisse di ritrovare i nidi tracciando il volo dei calabroni. L'idea, sottoposta al vaglio dei ricercatori del Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni (DET) del Politecnico di Torino era stata considerata realizzabile. Il progetto ebbe l'appoggio e il sostegno finanziario dell'Associazione Produttori Miele del Piemonte (ASPROMIELE) grazie al quale fu possibile l'acquisto di un radar marittimo, dei componenti necessari per la sua trasformazione in radar armonico e di un drone per le verifiche operative (MILANESIO *et al.*, 2016).

Nel mese di luglio 2014 il CRA-API affidò in convenzione al DISAFA il monitoraggio di *V. velutina* in Piemonte e Liguria e l'incarico di partecipare a incontri divulgativi in tutte le regioni italiane.

Nel mese di novembre dello stesso anno il MIPAAF



Fig. 2 – Nido secondario recuperato dal DISAFA a Dolceacqua il 14 ottobre 2013.

approvò e finanziò il progetto presentato dal CRA-API “Messa a punto di sistemi di contenimento del calabrone asiatico *Vespa velutina* Lep.” con il coinvolgimento del Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-ambientali “E. Avanzi” dell’Università di Pisa, del DET del Politecnico di Torino e del DISAFA dell’Università di Torino. Al fine di gestire al meglio il monitoraggio e garantire la diffusione delle informazioni il DISAFA attivò, nel mese di gennaio 2015, il sito web www.vespavelutina.eu contenente anche una scheda per le segnalazioni e articoli divulgativi.

A fine 2014 vengono pubblicati i lavori riguardanti il primo ritrovamento di *V. velutina* e il confronto tra diversi tipi di esche (DEMICHIELIS *et al.*, 2014) e le prime valutazioni a due anni dall’introduzione della nuova specie invasiva (PORPORATO *et al.*, 2014f).

La continua diffusione di *V. velutina* in Italia, unitamente alla mancanza di adeguati finanziamenti a livello nazionale indussero il DISAFA a orientarsi sulla presentazione di un progetto europeo LIFE. Il progetto “Spatial containment of *Vespa velutina* in Italy and establishment of an Early Warning and Rapid Response System”, presentato con i partner Politecnico di Torino-DET, ASPROMIELE e Abbazia dei Padri Benedettini Santa Maria di Finalpia, venne valutato positivamente e approvato nel mese di agosto 2015 con la codifica LIFE14 NAT/IT/001128 STOPVESPA. Il progetto ha il sostegno di Ministero dell’Ambiente, ISPRA, Regione Liguria, Regione Piemonte, Associazione Apicoltori Professionisti Italiani (AAPI), Unione Nazionale Associazioni Apicoltori Italiani

(UNAAPI), Apiliguria, ALPA Miele, Associazione Produttori Agripiemonte Miele, Federazione Provinciale Coldiretti di Cuneo, WWF Italia e Federazione Nazionale ProNatura. In conseguenza dell’assenza di risposte alle precedenti sollecitazioni non fu richiesto il sostegno anche al MIPAAF.

Il progetto LIFE STOPVESPA ha l’obiettivo di realizzare azioni concrete che contrastino la diffusione della *V. velutina* in Italia. Le azioni programmate prevedono di sviluppare un nuovo prototipo di radar per individuare i nidi di *V. velutina*, neutralizzare le colonie di *V. velutina* in Liguria e Piemonte, raccogliere informazioni sulla biologia e sulla dinamica di espansione di *V. velutina* per migliorare la gestione della specie, valutare gli impatti economici sull’apicoltura ed ecologici sull’entomofauna, definire un sistema precoce di allarme e di rapida risposta per la gestione della specie (Early Warning and Rapid Response System) in tutte le regioni italiane.

Il sito web www.vespavelutina.eu venne ristrutturato per rispondere alle esigenze del progetto LIFE: fu inserito un sistema di segnalazione della presenza di nidi o di adulti di *V. velutina* più intuitivo e una raccolta di contenuti informativi sulla storia, la biologia i metodi di gestione di *V. velutina* e sulle azioni messe a punto dal progetto che fosse maggiormente fruibile. In combinazione con il sistema di segnalazione web, fu implementato anche un sistema di segnalazione su una linea telefonica dedicata.

I dati raccolti nell’attività di monitoraggio e dalle segnalazioni di apicoltori e cittadini hanno consentito di elaborare mappe di espansione e valutare la

pressione di *V. velutina* nelle diverse aree (Fig. 3) (BERTOLINO *et al.*, 2016). Queste mappe di espansione rappresentano uno strumento operativo di pianificazione in quanto permettono una valutazione delle aree in cui si troveranno con maggiore probabilità i nidi di *V. velutina* nell'anno successivo.

Nel mese di maggio il progetto LIFE ha organizzato un corso di formazione di neutralizzatori di nidi presso il CERSAA di Albenga, Ente di formazione riconosciuto dalla Regione Liguria. Tra i partecipanti al corso sono in seguito state selezionate sei persone che hanno formato tre squadre di neutralizzazione. L'operatività sul campo, garantita da un coordinatore locale indicato da Apiliguria, da due squadre di monitoraggio e dalle tre di neutralizzatori, ha consentito di neutralizzare fino a metà novembre 353 nidi. L'ampia azione di contenimento dell'espansione di *V. velutina* è anche frutto della collaborazione di Enti, Associazioni e singole persone che hanno segnalato, verificato o aiutato in vari modi.

V. velutina è un predatore di differenti ordini di insetti (ROME *et al.*, 2011). Considerando il ruolo di predatore generalista di *V. velutina*, il progetto LIFE STOPVESPA nel 2016 ha iniziato un monitoraggio degli insetti impollinatori in sei diverse località della Liguria di Ponente, lungo il gradiente di pressione di

V. velutina, al fine di valutare gli effetti della predazione sull'entomofauna locale e i conseguenti effetti sul servizio di impollinazione entomofila.

In riferimento alle diverse azioni del progetto sono già state prodotte, o sono in avanzato stato di preparazione, numerose relazioni tecniche quali: "Rassegna delle metodiche per il monitoraggio e il controllo della *Vespa velutina*", "Analisi dei nidi di *Vespa velutina* osservati nel 2015 rispetto alla categoria ambientale", "Report degli impatti causati da *Vespa velutina*", "Identificazione di mezzi e percorsi di introduzione di *Vespa velutina*", "Preparazione della strategia di gestione della *Vespa velutina* in Piemonte e Liguria", "Sviluppo del nuovo radar per individuare i nidi di *Vespa velutina*", "Prima analisi dei nidi di *Vespa velutina nigritorax* trovati nella Liguria di ponente", "Linee guida per la rimozione di nidi di Vespe da edifici e aree urbane".

Dall'anno del suo arrivo in Europa, *V. velutina* si è insediata in molti dei paesi dell'Unione (Francia, Spagna, Portogallo, Italia, Germania, Gran Bretagna, Belgio) (Fig. 4) dimostrandosi una specie per la quale la gestione coordinata fra stati comunitari è necessaria. Con il regolamento europeo 1141/2016, conseguente al regolamento europeo 1143/2014, *V. velutina* è stata inclusa nella "black list" delle specie invasive

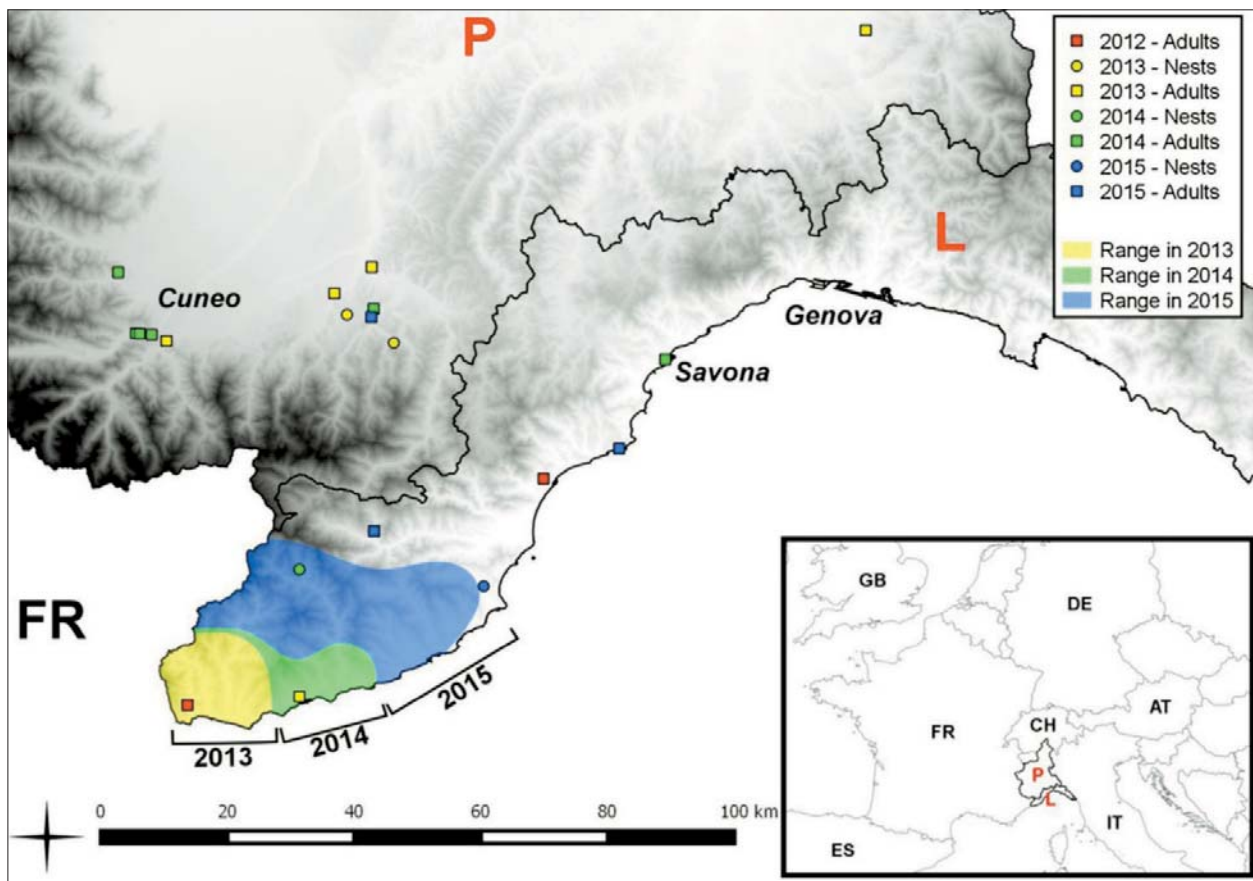


Fig. 3 – Diffusione di *V. velutina* in Italia dal 2013 al 2015 (BERTOLINO *et al.*, 2016).

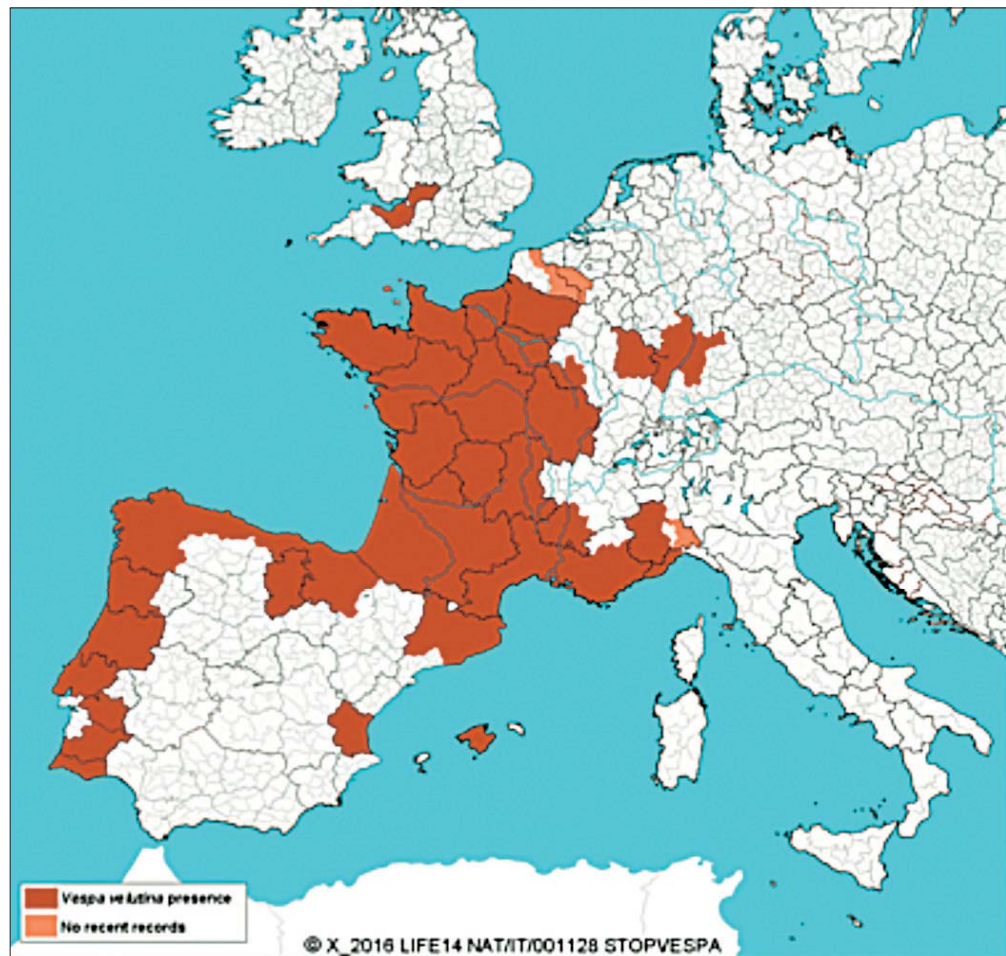


Fig. 4 – Aree di diffusione di *V. velutina* in Europa a inizio novembre 2016.

per le quali l'azione di contenimento degli stati è obbligatoria. Le specie esotiche invasive di rilevanza unionale non possono: essere deliberatamente portate, né fatte transitare sotto sorveglianza doganale, nel territorio dell'Unione; tenute, anche in confinamento; allevate, anche in confinamento, senza apposita autorizzazione.

Considerato che *V. velutina* è una specie invasiva non solamente in Europa, ma anche in Korea del Sud e in Giappone e che rappresenta un'ulteriore minaccia per la sopravvivenza delle api, il DISAFA promosse l'istituzione di una specifica Task force di COLOSS, associazione no-profit internazionale che ha per obiettivo il miglioramento del benessere delle api a livello globale. La proposta, avanzata nel contesto del "11th COLOSS Meeting Conference" di Lukovica, Slovenia, 21-23 ottobre 2015, fu approvata nei mesi successivi dal Comitato esecutivo (<http://coloss.org/task-forces/velutina>).

Velutina Task Force è organizzata in due sezioni ciascuna presieduta da una persona: una per l'Asia e l'altra per l'Europa. Attualmente la sezione asiatica non è ancora operativa. Gli obiettivi scientifici di Velutina Task Force sono: monitorare la diffusione di *V. velutina* in Europa e in Asia, valutare l'impatto sulle api e la percentuale di perdite di colonie a causa

di questo predatore, studiare biologia, etologia ed ecologia nelle aree di origine e in quelle di nuova invasione, sviluppare metodi di controllo efficaci. La Task force *V. velutina* di COLOSS si è riunita in occasione del Kickoff Meeting, che si è svolto a Grugliasco (Torino) nei giorni 18-20 febbraio 2016, e del "12th COLOSS Meeting Conference" di Cluj Napoca, Romania, 10-11 settembre 2016.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano lo Staff del progetto LIFE STOP-VESPA e tutti coloro che hanno collaborato e collaborano alla realizzazione delle attività, in particolare i Partner, Enti e Associazioni, Monitoratori, Neutralizzatori, Coordinatore locale, Nuclei di Protezione Civile e Vigili del Fuoco, tutti gli Apicoltori e tutte le Persone che hanno monitorato, segnalato, aiutato.

RIASSUNTO

Vespa velutina Lepeletier 1836, accidentalmente introdotta in Francia nel 2004, ha colonizzato velocemente altre nazioni europee. Fin dal 2007, l'Università di Torino ha sta-

bilito un sistema di monitoraggio in Piemonte e Liguria al fine di individuarne precocemente la presenza. Questo sistema ha consentito di catturare il primo esemplare nel 2012 a Loano (SV). Inoltre, nel 2013 altre segnalazioni di adulti e nidi di *V. velutina* sono state raccolte in Piemonte e Liguria. In conseguenza il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA) organizzò convegni informativi e produsse alcune pubblicazioni. Le azioni contro la diffusione di *V. velutina* sviluppate dal DISAFA non erano supportate a sufficienza da fondi italiani, pertanto il DISAFA in collaborazione con il Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni (DET) del Politecnico di Torino, decise di presentare una richiesta di finanziamento al programma europeo LIFE. Il progetto “*Spatial containment of Vespa velutina in Italy and establishment of an Early Warning and Rapid Response System*” venne selezionato e finanziato dalla Commissione Europea. Il progetto è partito nel 2015. Esso punta a: controllare la popolazione mediante la neutralizzazione dei nidi; incrementare le conoscenze su biologia, ecologia e diffusione di *V. velutina*; costruire un radar armonico per l’individuazione dei nidi; definire le perdite economiche del settore apistico e l’impatto ecologico sulle api selvatiche; stabilire un sistema di allerta precoce e risposta rapida (Early Warning and Rapid Response System) in Italia. Grazie alla sua capacità di diffusione, la Commissione Europea ha incluso *V. velutina* nella prima lista di specie aliene invasive di interesse dell’Unione. Ciò significa che gli Stati membri dell’Unione Europea dovrebbero controllare o eradicare le specie. Considerando che *V. velutina* è già presente in diversi paesi europei e asiatici, nel 2015 l’associazione COLOSS, su proposta del DISAFA, ha istituito una Task Force internazionale, per collegare diverse istituzioni e condividere le conoscenze.

BIBLIOGRAFIA

- BERTOLINO S., LIOY S., LAURINO D., MANINO A., PORPORATO M., 2016 – *Spread of the invasive yellow-legged hornet Vespa velutina (Hymenoptera: Vespidae) in Italy*. Applied Entomology and Zoology, 51: 589-597. DOI 10.1007/s13355-016-0435-2
- DEMICHIELIS S., MANINO A., MINUTO G., MARIOTTI M., PORPORATO M., 2014 – *Social wasp trapping in north west Italy: comparison of different bait-traps and first detection of Vespa velutina*. - Bulletin of Insectology, 67 (2) 307-317;
- DEMICHIELIS S., MANINO A., PATETTA A., PORPORATO M., 2010 – *Seasonal occurrence patterns of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Piedmont trapped with beer. XIII National Congress A.I.S.A.S.P. - Italian Session I.U.S.S.I. - International Union for the Study of Social Insects Reggio Calabria, 3-6 May - University “Mediterranea” of Reggio Calabria, Italy (p. 51).*
- MILANESIO D., SACCANI M., MAGGIORA R., LAURINO D., PORPORATO M., 2016 – *Design of an harmonic radar for the tracking of the Asian yellow-legged hornet*. - Ecology and Evolution, 1-9.
- PORPORATO M., MANINO A., LAURINO D., DEMICHIELIS S., 2014a – *Conoscere e combattere il calabrone asiatico*. - Apimondia Italia, n.1/2: 10-15.
- PORPORATO M., MANINO A., LAURINO D., DEMICHIELIS S., 2014b – *Il Calabrone asiatico (Vespa velutina): conoscerlo e combatterlo*. - L’Apis, 2: 19-23.
- PORPORATO M., MANINO A., LAURINO D., DEMICHIELIS S., 2014c – *Il Calabrone asiatico (Vespa velutina): monitoraggio e trappolaggio*. - L’Apis, 4: 13-16.
- PORPORATO M., MANINO A., LAURINO D., DEMICHIELIS S., 2014d – *Il Calabrone asiatico (Vespa velutina): conoscerlo e combatterlo*. - Api&Flora, 29 (1): 12-20.
- PORPORATO M., MANINO A., LAURINO D., DEMICHIELIS S., 2014e – *Il Calabrone asiatico (Vespa velutina): monitoraggio e trappolaggio*. Api&Flora, 29(2): 8-12.
- PORPORATO M., MANINO A., LAURINO D., DEMICHIELIS S., 2014f – *Vespa velutina Lepeletier (Hymenoptera Vespidae): a first assessment two years after its arrival in Italy*. - Redia, XCVII: 189-194.
- PORPORATO M., 2014 – *L’avanzata della Vespa velutina, pericolo per le api*. - Ecoscienza, 4: 26-27.
- ROME Q., PERRARD A., MULLER F., VILLEMANT C., 2011 – *Monitoring and control modalities of a honeybee predator, the yellow-legged hornet Vespa velutina nigrithorax (Hymenoptera: Vespidae)*. - Aliens: The invasive Species Bulletin, 31: 7-15.

INDAGINI PRELIMINARI SULLA PRESENZA DI FEROMONI SESSUALI NEL CALABRONE INVASIVO *VESPA VELUTINA*

ALESSANDRO CINI (*) - GIANFRANCO ANFORA (**) - FEDERICO CAPPA (*)
FRANCESCA ROMANA DANI (*) - IRENE PEPICIELLO (*) - IACOPO PETROCELLI (*)
STEFANO TURILLAZZI (*) - LAURA BORTOLOTTI (***) - RITA CERVO (*)

(*) Università di Firenze-Dipartimento di Biologia, Firenze, Italia.

(**) Fondazione Edmund Mach-Centro ricerca e innovazione, San Michele all'Adige (TN), Italia.

(***) CREA - Unità di ricerca di apicoltura e bachicoltura, Bologna, Italia.

Mail autore corrispondente: cini.ales@gmail.com

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità delle api e nuove minacce da insetti alieni per l'apicoltura italiana: *Aethina tumida* e *Vespa velutina*". Seduta pubblica dell'Accademia- Firenze, 18 novembre 2016.

Searching for sexual pheromones in the invasive hornet Vespa velutina: preliminary results

The invasive hornet *Vespa velutina* was spotted for the first time in 2004 in France. Due to its huge invasion potential, habitat flexibility and specialization in honeybee predation, it represents a high-concern species both ecologically and economically. Despite the great economic interest and the large amount of researches carried out in these years, many knowledge gaps still prevent from developing efficient management approaches. In the light of the development of specific odorant attractants to be used in mass trapping, we investigated, thanks to behavioural and chemical approaches the possibility that *Vespa velutina* reproductive females emit pheromones to attract males, as it has been suggested to occur in other Vespinae species, focusing as a first step on the volatiles substances present in the venom sac. Our preliminary studies allowed us to characterize the venom volatiles of *Vespa velutina* and also interestingly showed that males are attracted by the odour of females. Future steps will test the role of venom volatiles in mediating this attraction.

KEY WORDS: Yellow-legged hornet, *Apis mellifera*, invasive alien species, sexual communication, venom volatiles.

INTRODUZIONE

Il recente arrivo in Europa di *Vespa velutina*, un calabrone originario del Sud-Est asiatico che si nutre principalmente di api, desta enorme preoccupazione all'apicoltura italiana. Questa specie, introdotta accidentalmente in Francia nei dintorni di Bordeaux intorno al 2004, probabilmente tramite il trasporto di merci, si è rapidamente espansa in Europa: attualmente risulta ben radicata in gran parte della Francia, in Spagna, in Portogallo e in Italia. Inoltre avvistamenti sono stati segnalati anche per Belgio, Inghilterra e Germania (per un approfondimento della diffusione vedere MONCEAU e THIÉRY, 2017). In Italia la specie è penetrata nel 2012, dal confine con la Francia, ed ora è presente in tutto il Ponente ligure e nel sud del Piemonte (per un'analisi della distribuzione in Italia vedasi BORTOLOTTI *et al.*, 2017). Il rischio di invasione da parte di questo insetto nelle regioni limitrofe e, in generale, in tutta la penisola è evidente [è stato stimato che la velocità di espansione di questa vespa si aggiri intorno a 100 Km all'anno, sebbene questa velocità possa variare da zona a zona (BERTOLINO *et al.*, 2016, PARK e JUNG, 2016)]. Sfortunatamente, proprio nel periodo dello svolgimento della Tavola rotonda,

un nuovo avvistamento di *Vespa velutina* è stato riportato in provincia di Rovigo, a ben 300 km dalla zona di presenza in Liguria (vedasi BORTOLOTTI *et al.*, 2017).

Vespa velutina si trova al culmine della catena trofica degli invertebrati e preda varie specie di insetti, concentrandosi su Imenotteri e Ditteri (VILLEMANT *et al.*, 2011). Oggetto di predazione sono però in particolare le api. I calabroni pattugliano l'entrata degli alveari e catturano principalmente le api bottinatrici cariche di polline al rientro dell'alveare, le uccidono e le portano al proprio nido come alimento per la prole, dato che gran parte della dieta delle larve è costituita da api (VILLEMANT *et al.*, 2011; MONCEAU *et al.*, 2013). Mentre nell'area di distribuzione originaria le api della specie locale, *Apis cerana*, si sono coevolute con il predatore e hanno sviluppato efficaci strategie di difesa, l'ape europea, *Apis mellifera*, non ha tali strategie difensive (KEN *et al.*, 2005; TAN *et al.*, 2007) e può subire rilevanti perdite di individui che compromettono il futuro dell'alveare. In particolare, oltre al danno diretto da predazione, là dove questo predatore tiene sotto assedio gli alveari, le api bottinatrici smettono di uscire dall'arnia e la colonia di conseguenza si indebolisce. In alcuni casi l'intensa

predazione di *Vespa velutina* parrebbe addirittura essere la causa primaria della perdita delle colonie (MONCEAU *et al.*, 2014).

E' quindi di estrema importanza cercare di frenare l'invasione di questo insetto per evitare che, analogamente a quanto accaduto sul territorio francese, il calabrone colonizzi tutta la penisola, creando difficoltà al settore apistico e non solo. Si pensi in particolare alla predazione dei pronubi selvatici, al problema della salute pubblica e alla competizione con il calabrone europeo, *Vespa crabro*, che svolge un importante ruolo nel mantenere, in generale, l'equilibrio ecologico ed, in particolare, nel conservare la diversità delle popolazioni di lieviti fondamentali per il processo di fermentazione (STEFANINI *et al.*, 2012).

Nonostante il grande interesse economico ed il grande sforzo di ricerca portato avanti in questi anni, molte lacune, su aspetti riguardanti il ciclo biologico e il comportamento di questa specie, prevengono la messa a punto di efficaci strategie di controllo per *Vespa velutina*. Sebbene il metodo di controllo più efficace risulti essere sicuramente quello della distruzione dei nidi una volta individuati, la sua messa in atto è particolarmente ardua (vedere anche BORTOLOTTI *et al.*, questo volume) in quanto: a) non sempre è facile individuare tutti i nidi presenti, date anche le abitudini di nidificazione di questa specie (generalmente nella chioma degli alberi, MONCEAU *et al.*, 2014); b) non individuare (ed eliminare) anche un singolo nido di *V. velutina* significa avere un'importante fonte di future regine nella primavera successiva, ciascuna delle quali fonderà una nuova colonia: la sopravvivenza di solo poche colonie è dunque sufficiente per permettere ad una popolazione di questa specie di espandersi; ed infine c) parte della popolazione della colonia talvolta può sopravvivere alla distruzione (BORTOLOTTI *et al.*, questo volume; PORPORATO, questo volume).

È dunque opportuno affiancare alla messa a punto di metodi di ricerca e distruzione dei nidi lo sviluppo di trappole con attrattivi efficaci e specifici, che garantiscano un'alta probabilità di cattura della specie 'target' ed una bassa cattura di altre specie non 'target'. Attualmente le esche in uso sono essenzialmente esche alimentari, a carattere zuccherino, per la cattura principalmente di femmine all'uscita dallo svernamento, o proteiche (a base di carne o pesce) per la cattura delle operaie durante la fase di sviluppo della colonia, quando la regina o le operaie foraggiano per nutrire le larve (MONCEAU *et al.*, 2014). Entrambi i tipi di esca hanno tuttavia una bassa efficacia di cattura e soprattutto una limitata selettività, andando a catturare moltissime altre specie quali il calabrone nostrano *Vespa crabro*, altri vespidi (*Polistes* spp., *Vespula* spp.), altri imenotteri (addirittura le api stesse) e molti

altri insetti appartenenti ad altri ordini (Ditteri in particolare) (VILLEMANT *et al.*, 2011).

Un'interessante alternativa alle esche di tipo alimentare è data dallo sviluppo di trappole legate al comportamento riproduttivo, ovverosia trappole innescate con esche a base di feromoni sessuali, sostanze che mediano l'attrazione di un sesso verso l'altro (spesso dei maschi verso le femmine). Il trappolamento basato su feromoni sessuali è molto utilizzato contro insetti dannosi (per una review vedasi WITZGALL *et al.*, 2010), e presenta due specifici vantaggi: 1) ha normalmente un'alta selettività, in quanto i feromoni sessuali sono spesso specie-specifici e 2) attrae (e quindi cattura, se accoppiato ad una trappola) i riproduttori, di fatto sequestrandoli dalla popolazione proprio durante il periodo di accoppiamento. La conseguenza è una diminuzione del successo riproduttivo e, dunque, della consistenza numerica della popolazione.

FEROMONI SESSUALI NEI VESPIDI

Le conoscenze sul comportamento riproduttivo e sulla comunicazione tra i sessi in *V. velutina nigritorax* sono purtroppo assolutamente mancanti. Tuttavia, alcune informazioni in tal senso, seppur frammentarie, sono disponibili su specie di vespe appartenenti alla medesima famiglia/genere. Numerosi studi condotti su varie specie di Vespinae suggeriscono che i maschi vengano attratti da feromoni emessi dal nido (ONO e SASAKI, 1987) o dalle femmine (SANDEMAN, 1938; BATRA, 1980; ROSS, 1983; KEEPING *et al.*, 1986) o da maschi che sono stati in contatto con femmine recettive (ROSS, 1983; KEEPING *et al.*, 1986; THOMAS, 1960). La prima dimostrazione di attrazione di maschi per mezzo di feromoni sessuali prodotti da femmine è stata riportata per *Vespula squamosa* (REED e LANDOLT, 1990): maschi di questa specie posti in tunnel del vento volavano controvento in risposta a femmine ingabbiate o ad estratti in esano di femmine vergini. Esperimenti condotti dagli stessi autori sembrano suggerire le ghiandole pro/mesotoraciche e/o la ghiandola del veleno o quella di Dufour come possibile fonte di feromoni di attrazione sessuale (REED e LANDOLT, 1990). Più recentemente studi condotti in Nuova Zelanda sulla specie invasiva *V. vulgaris* sia in natura (con trappole innescate con femmine) che in laboratorio (tramite esperimenti condotti in tunnel del vento) hanno dimostrato che le femmine emettono sostanze volatili (non ancora identificate) in grado di attrarre maschi conspecifici (BROWN *et al.*, 2014). Un altro studio su *Vespa crabro* ha mostrato che i maschi di questa specie sono attratti sia da femmine riproduttrici ingabbiate sia da operaie trattate con estratti di riproduttrici, suggerendo anche per questa specie la presenza di un attrattivo

sessuale prodotto dalle femmine (REED e LANDOLT, 1990). Successive analisi chimiche su estratti provenienti dal corpo di individui di *V. crabro* hanno messo in evidenza che la principale differenza che separa operaie e maschi dalle femmine riproduttrici sembra essere a carico di alcheni, monometil- e dime-tilalcani, suggerendo che questi composti possano giocare un ruolo come semiochimici per l'attrazione sessuale nella specie almeno a breve distanza (SPIEWOK *et al.*, 2006).

Dunque, l'analisi della letteratura sulla comunicazione tra i sessi nelle Vespinae, seppur frammentaria e poco conclusiva, fa ritenere che vi sia la possibilità che anche in *V. velutina* possa esistere un feromone sessuale emesso dalle femmine riproduttrici, dato che tali segnali di comunicazione sembrano essere ben conservati tra specie appartenenti al medesimo taxon. Alla luce delle conoscenze sulle ghiandole, fonti di feromoni nei Vespidi (discusse in BRUSCHINI *et al.*, 2010), una delle possibili ipotesi è che possibili candidati come feromoni sessuali siano i composti volatili contenuti nel reservoir della ghiandola del veleno, il cui ruolo feromonale, seppur in altri contesti, è stato dimostrato proprio recentemente (CHENG *et al.*, 2016). L'identificazione di tali sostanze con funzione feromonale potrebbe permettere la messa a punto di trappole attrattive nei confronti dei maschi di questa specie aggiungendo così un metodo di contenimento della specie a quelli già utilizzati.

OBIETTIVO

Questo studio ha avuto come obiettivo lo studio della comunicazione chimica tra i sessi al fine di valutare l'esistenza di un'attrazione sessuale dei maschi di *V. velutina* da parte di specifiche sostanze emesse dalle femmine. La ricerca si è concentrata, come prima possibile fonte feromonale, sui composti volatili del reservoir della ghiandola del veleno.

In particolare, il presente studio si è prefisso di valutare tramite biosaggi comportamentali se esista un'attrazione sessuale su base feromonale, se tale eventuale attrazione sia mediata dai volatili presenti nel veleno e infine di identificare tali composti tramite Gas-Cromatografia accoppiata a Spettrometria di Massa.

In primo luogo è stata valutata l'esistenza di un'attrazione sessuale su base feromonale. In questo caso, è possibile predire che, anche eliminando ogni altro stimolo sensoriale (comunicazione visiva, tattile), i maschi siano comunque attratti maggiormente dalle femmine che da altri maschi, e, tra le femmine, dalle femmine riproduttrici rispetto alle operaie in quanto solo le prime possono portare al successo riproduttivo. Secondariamente, è stato valutato se tale (eventuale) attrazione possa essere mediata dai composti

volatili presenti nel reservoir della ghiandola del veleno. A tale scopo è necessario caratterizzare la frazione volatile del veleno e valutare se esistano differenze nella composizione del veleno delle femmine riproduttrici e in quello delle operaie. Infatti, è ipotizzabile che le sostanze attrattive siano esclusivamente o maggiormente presenti nelle femmine riproduttrici che nelle operaie. Infine è necessario valutare se tale o tali sostanze evocano risposte comportamentali nei maschi, ovverosia se i maschi mostrino una maggior attrazione verso la sostanza o le sostanze in questione, anche quando queste venissero saggiate isolate da altri stimoli (come ad esempio in assenza della femmina). Qui riportiamo i risultati preliminari di alcune di queste indagini, tutt'ora in corso di svolgimento.

METODOLOGIA E RISULTATI PRELIMINARI

Valutazione della possibile esistenza di un'attrazione sessuale dovuta a feromoni.

Allo scopo di valutare l'esistenza di un'attrazione sessuale dovuta a feromoni emessi dalle riproduttrici di *V. velutina* sono stati effettuati biosaggi in laboratorio durante il periodo degli accoppiamenti (fine dell'estate/autunno).

È stato messo a punto il seguente apparato sperimentale, che permette di saggiare il grado di attrazione di gruppi di maschi sessualmente maturi verso la componente odorosa di uno stimolo rappresentato da una femmina o da un maschio: l'apparato sperimentale (Fig. 1a) consiste in una gabbia di plastica trasparente, di 15 x 10 x 10 cm, con una rete metallica a maglia fine (1 mm) di 2 cm di diametro nella parte superiore. Sopra questa rete viene posto lo stimolo (Fig. 1b) all'interno di un contenitore di plastica, in modo che la componente odorosa dello stimolo, ma non quella visiva né quella tattile, possano essere veicolate all'interno della gabbia dove si trovano i maschi focali.

Utilizzando l'apparato sperimentale sopra descritto sono stati presentati (in ordine randomizzato) i seguenti stimoli: a) femmina vergine, b) maschio (come controllo, per valutare la risposta ad un conspecifico in movimento), c) nessuno stimolo, come ulteriore controllo. La casta di appartenenza delle femmine utilizzate è stata valutata, al termine dei biosaggi, tramite dissezioni degli individui e valutazione della presenza di tessuto adiposo nell'addome (presente in quantità massiccia nelle riproduttrici, assente nelle operaie).

Sono stati effettuati 54 biosaggi, usando un totale di 18 gruppi di 5 maschi ciascuno, provenienti da 3 colonie, ognuno saggiato in ordine casuale con uno dei tre stimoli sopra descritti. Sia i maschi focali che

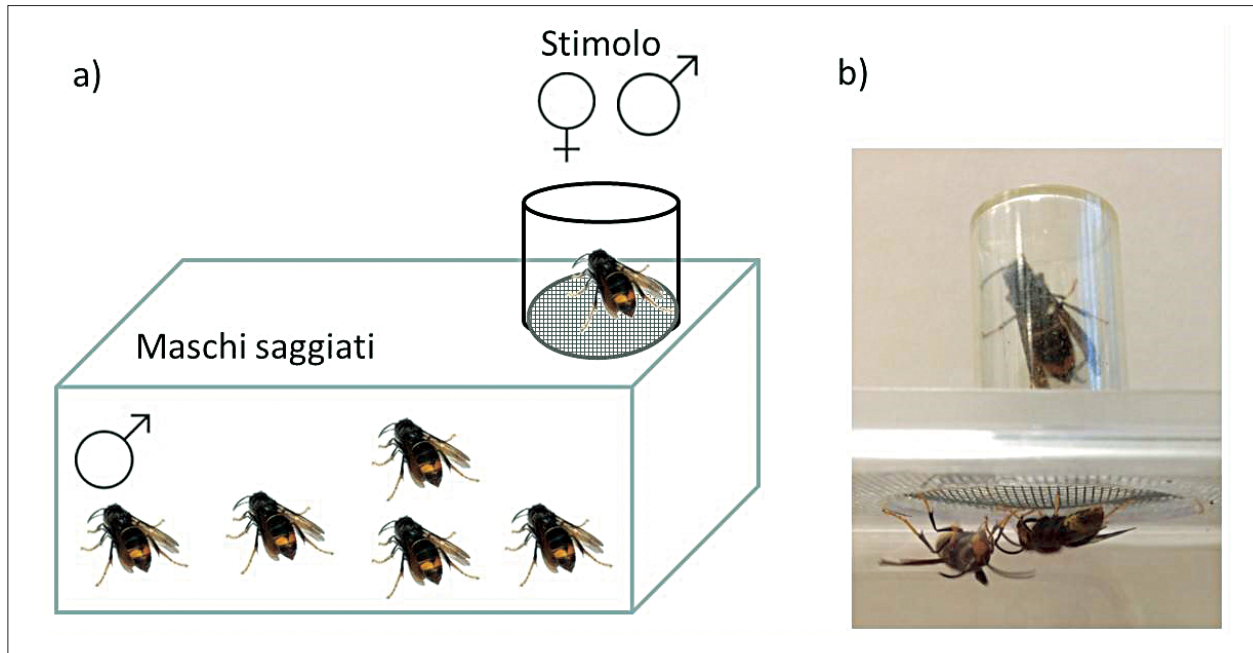


Fig. 1 – a) L'apparato sperimentale utilizzato per lo studio dell'attrazione dei maschi verso stimoli odorosi; b) particolare di un biosaggio in svolgimento: due maschi stanno antennando al di sotto di uno stimolo, in questo caso rappresentato da una femmina.

gli stimoli (maschi e femmine) sono stati catturati da nidi raccolti nelle aree di infestazione in Liguria, grazie al supporto di Apiliguria. La risposta comportamentale misurata come indice di attrazione è l'*antennation score*, che indica con quale frequenza i maschi sono stati osservati antennare sotto lo stimolo, nell'arco dei 10 minuti di osservazione.

I risultati preliminari (Fig. 2) mostrano come i maschi siano maggiormente attratti dall'odore di femmina che dall'odore di maschio e dal controllo (Kruskal Wallis test, $H=13.67$, $p<0.001$, le significatività dei

confronti appaiati post-hoc tramite Mann Whitney sono indicate in Fig. 2.) Ulteriori biosaggi saranno volti a capire se i maschi siano maggiormente attratti dall'odore di femmine riproduttrici che dall'odore di femmine operaie.

Analisi chimiche.

Analisi chimiche in Gas Cromatografia accoppiata a Spettrometria di Massa sono in corso di svolgimento al fine di caratterizzare la composizione dei secreti della frazione volatile presente nel reservoir della

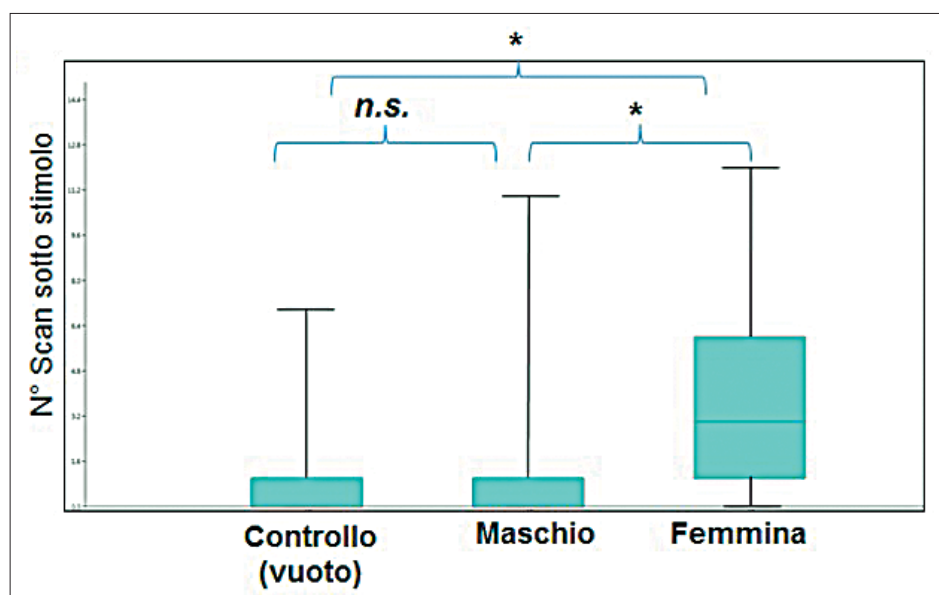


Fig. 2 – I risultati dei biosaggi comportamentali mettono in evidenza una maggior attrazione dei maschi verso l'odore delle femmine, rispetto all'odore di altri maschi e di controlli. I box-plot riportano la mediana, il primo e il terzo quartile ed i valori minimo e massimo dell'*antennation score* per ogni trattamento o controllo. L'asterisco indica un confronto statisticamente significativo, n.s. un confronto non significativo.

ghiandola del veleno. Il contenuto del reservoir del veleno di 5 femmine riproduttrici e 5 operaie è stato raccolto tramite un procedimento già sperimentato da BRUSCHINI *et al.* (2010) in altri Vespidi. Brevemente, l'addome della vespa è stato dissezionato e l'apparato del pungiglione (ghiandola del veleno, reservoir e pungiglione) è stato isolato. Il reservoir del veleno è stato schiacciato facendo pressione tramite un vetrino da microscopio e il liquido è stato raccolto in un capillare. I volatili rilasciati dal liquido sono stati estratti in SPME in spazio di testa ed analizzati in GC-MS presso Centro di servizi di Spettrometria di Massa (CISM) dell'Università di Firenze. L'identificazione dei vari composti è ancora in corso, ma analisi preliminari suggeriscono che le due caste (femmine riproduttrici e operaie) presentino una composizione molto simile della frazione volatile del veleno. Complessivamente, il profilo di cui viene mostrato un esempio in Fig. 3, si presenta abbastanza semplice, con circa 12 picchi ben evidenti. Ad una prima identificazione tali picchi sembrano appartenere soprattutto ad acetati, alcoli, diterpeni e chetoni, in accordo con quanto riportato da analisi condotte su operaie di *V. velutina* raccolte nell'areale di origine (CHENG *et al.*, 2016).

analizzato, quanto per ogni possibile fonte odorosa di attrazione. Inoltre, la sua applicazione non si ferma agli obiettivi di questo progetto (comunicazione a scopo riproduttivo) ma potrà essere estesa ad ogni forma di comunicazione chimica, aprendo quindi la strada ad uno sviluppo maggiormente efficace di esche attrattive per questa specie. Per quanto riguarda la comunicazione chimica a scopo riproduttivo, i nostri risultati, tutt'ora preliminari, sembrano indicare che i maschi siano maggiormente attratti dall'odore di femmine che da quello di maschi, indicando quindi che la componente odorosa gioca un ruolo nell'attrazione tra i sessi. Tuttavia, dalle analisi preliminari non sembrano esservi differenze significative nel contenuto delle componenti volatili del veleno tra riproduttrici e operaie, suggerendo che difficilmente una o più sostanze della frazione volatile del veleno possano rappresentare feromoni sessuali per i maschi di *V. velutina*. Ulteriori attività di ricerca dovranno quindi rivolgere l'attenzione verso altre ghiandole come possibili fonti di feromoni sessuali in questa specie, la quale, come dimostrato dai nostri esperimenti, mostra un'attrazione dei maschi verso le femmine su base odorosa.

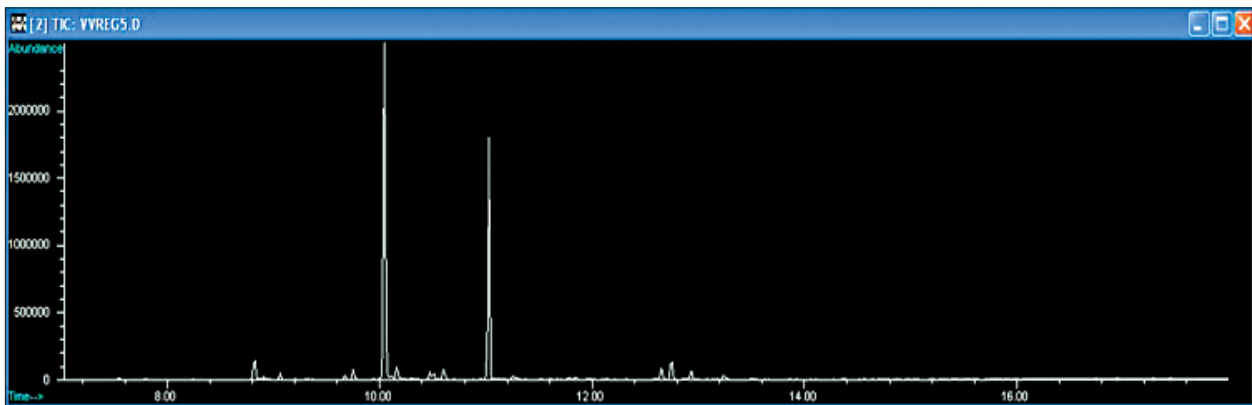


Fig. 3 – Un cromatogramma rappresentativo del profilo chimico della componente volatile del veleno di *Vespa velutina*.

PROSPETTIVE FUTURE

I lavori finora svolti hanno permesso di mettere a punto un sistema sperimentale integrante varie modalità analitiche (approccio comportamentale e chimico) per lo studio della comunicazione chimica a scopo riproduttivo in *Vespa velutina*. La messa a punto di un sistema così integrato e multidisciplinare rappresenta un importante passo operativo, in quanto permetterà per la prima volta di analizzare la comunicazione chimica in *Vespa velutina* a livello comportamentale e chimico, non solo per la frazione volatile del veleno, come qui

RINGRAZIAMENTI

Il gruppo Vespe del DBIO-UNIFI ringrazia tutti i partecipanti al Progetto Velutina, il Centro Interdipartimentale di Spettrometria di Massa dell'Università di Firenze per il supporto nelle analisi chimiche, Fabrizio Zagni e Nuccio Lanteri di ApiLiguria per il prezioso aiuto sul campo.

RIASSUNTO

Il calabrone invasivo *Vespa velutina* è stato avvistato per la prima volta nel 2004 in Francia. Grazie all'enorme potenziale di invasione, alla sua flessibilità ecologica e alla spe-

cializzazione nella predazione di api, *Vespa velutina* rappresenta una specie di grande rilevanza e preoccupazione sia dal punto di vista ecologico che economico. Nonostante il grande interesse e la grande quantità di ricerche condotte in questi anni, la mancanza di conoscenza riguardo a molti aspetti della biologia di questa specie rende difficile lo sviluppo di metodi di gestione efficaci. Nell'ottica di uno sviluppo di specifici attrattivi su base odorosa da utilizzare nella cattura massale, il presente studio analizza, grazie ad un approccio di tipo comportamentale accoppiato ad analisi chimiche, la possibilità che le femmine riproduttive di *Vespa velutina* emettano feromoni per attrarre i maschi, come suggerito per altre specie di Vespinae. Lo studio si è concentrando, come primo passo, sull'analisi delle sostanze volatili presenti nel veleno. I preliminari risultati hanno mostrato l'esistenza di un'attrazione sessuale dei maschi verso le femmine su base odorosa ed hanno permesso di caratterizzare i volatili veleno di *Vespa velutina*. Studi futuri permetteranno di determinare se siano proprio i volatili veleno a mediare questa attrazione sessuale.

BIBLIOGRAFIA

- BATRA S.W.T., 1980 – *Sexual behavior and pheromones of the European hornet, Vespa crabrogermana (Hymenoptera: Vespidae)*. - J. Kansas Entomol. Soc. 461-469.
- BERTOLINO S., LIOY S., LAURINO D., MANINO A., PORPORATO M., 2016 – *Spread of the invasive yellow-legged hornet Vespa velutina (Hymenoptera: Vespidae) in Italy*. - Appl.Entomol.Zool., 51(4), 589-597.
- BORTOLOTTI L., CERVO R., FELICOLI A., QUARANTA M., SALVETTI O., BERTON A., ZAGNI F., CINI A., CAPPÀ F., PEPICIELLO I., PETROCELLI I., MORONI D., MEDRZYCKI P., LANTERI N., LODESANI M., 2017 – *Progetto Velutina: la ricerca italiana a caccia di soluzioni*. Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, LXIV (2016): 143-149.
- BROWN, R.L., EL-SAYED A.M., UNELIUS C.R., SUCKLING D.M., 2014 – *Attraction of the invasive social wasp, Vespula vulgaris, by volatiles from fermented brown sugar*. - Entomol. Experiment. Appl. 151: 182-190.
- BRUSCHINI C., CERVO R., TURILLAZZI S., 2010 – *Pheromones in social wasps*. In: Vitamins and Hormones (Klitwack G., Ed). Academic Press, Burlington, Massachusetts, pp 447-492.
- CHENG Y.N., WEN P., DONG S.H., TAN K., NIEH J.C., 2016 – *Poison and alarm: The Asian hornet Vespa velutina uses sting venom volatiles as alarm pheromone*. - J.Exp.Biol., jeb-148783.
- KEEPING M.G., LIPSCHITZ D., CREWE R.M., 1986 – *Chemical mate recognition and release of male sexual behavior in polybiine wasp, Belonogasterpetiolata (Degeer) (Hymenoptera: Vespidae)*. - J. Chem. Ecol. 12: 773-779.
- KEN T., HEPBURN H.R., RADLOFF S.E., YUSHENG Y., YIQU L., DANYIN Z., NEUMANN P., 2005 – *Heat-balling wasps by honeybees*. Naturwissenschaften, 92 (10), 492-495.
- MONCEAU K., ARCA M., LEPRÊTRE L., MOUGEL F., BONNARD O., SILVAIN J.F., ..., THIÉRY D., 2013 – *Native prey and invasive predator patterns of foraging activity: the case of the yellow-legged hornet predation at European honeybee hives*. - PLoS One, 8(6), e66492.
- MONCEAU K., BONNARD O., THIÉRY D., 2014 – *Vespa velutina: a new invasive predator of honeybees in Europe*. - J. Pest Sci., 87 (1), 1-16.
- MONCEAU K., THIÉRY D., 2017 – *Vespa velutina: Current situation and perspectives*. Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, LXIV (2016):137-142
- ONO M., SASAKI M., 1987 – *Sex pheromones and their cross-activities in six Japanese sympatric species of the genus Vespa*. - Insect Soc., 34: 252-260.
- PARK J.J., JUNG C., 2016 – *Risk Prediction of the Distribution of Invasive Hornet, Vespa velutina nigrothorax in Korea using CLIMEX Model*. - J. Apiculture, 31 (4): 293-303.
- PORPORATO M., 2017 – *Vespa velutina: dal suo arrivo in Europa alla sua gestione in Italia con il progetto LIFE STOPVESPA*. Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, LXIV (2016): 151-156.
- REED H.C., LANDOLT P.J., 1990 – *Queens of the southern yellow jacket, Vespula squamosa, produce sex attractant (Hymenoptera: Vespidae)*. - Florida Entomol., 73: 687-689.
- ROSS K.G., 1983 – *Laboratory studies of the mating biology of the eastern yellowjacket, Vespula maculifrons (Hymenoptera: Vespidae)*. - J. Kansas Entomol. Soc., 523-537.
- SANDEMAN R.D., 1938 – *The swarming of the males of Vespula sylvestris (Scop.) around a queen*. Proc. R. Entomol. Soc. London Ser. A 13:87-88.
- SPIEWOK S., SCHMOLZ E., RUTHER J., 2006 – *Mating system of the European hornet Vespa crabro: Male seeking strategies and evidence for the involvement of a sex pheromone*. J. Chem. Ecol. 32: 2777-2788.
- STEFANINI I., DAPPORTO L., LEGRAS J.L., CALABRETTA A., DI PAOLA M., DE FILIPPO C., ..., CAVALIERI D., 2012 – *Role of social wasps in Saccharomyces cerevisiae ecology and evolution*. - Proc. Natl. Acad. Sci., 109(33):13398-13403.
- TAN K., RADLOFF S.E., LI J.J., HEPBURN H.R., YANG M.X., ZHANG L.J., NEUMANN P., 2007 – *Bee-hawking by the wasp, Vespa velutina, on the honeybees Apis cerana and A. mellifera*. - Naturwissenschaften, 94 (6):469-472.
- THOMAS C.R., 1960 – *The European wasp (Vespula germanica Fab.) in New Zealand*. Inform. Ser. Dep. Sci. Industr. Res. NZ.
- VILLEMANT C., MULLER F., HAUBOIS S., PERRARD A., DARROUZET E., ROME Q., 2011 – *Bilan des travaux (MNHN et IRBI) sur l'invasion en France de Vespa velutina, le frelon asiatique prédateur d'abeilles*. Proceedings of the Journée Scientifique Apicole, 11:3-12.
- WITZGALL P., KIRSCH P., CORK A., 2010 – *Sex pheromones and their impact on pest management*. J. Chem. Ecol., 36 (1): 80-100.

NORME REDAZIONALI

I testi devono essere spediti per posta elettronica al Coordinatore della Redazione “Atti Accademia Entomologia” c/o CREA-ABP, Centro di Ricerca per l’Agrobiologia e la Pedologia) all’indirizzo mail:

roberto.nannelli@crea.gov.it

I contenuti dei lavori sono di esclusiva responsabilità dell’Autore/i.

Il testo deve essere fornito in formato Word con l’estensione .doc oppure .docx (molto gradito anche il file salvato in formato PDF); il testo non deve contenere indicazioni di carattere redazionale e deve essere uniformato alle seguenti norme:

- Titolo, informativo ma conciso.
- Nome dell’Autore (o degli Autori).
- Istituto di appartenenza dell’Autore (o degli Autori) e indirizzo; e-mail dell’autore corrispondente.
- Titolo in inglese.
- Summary.
- Key words, in inglese, massimo cinque parole, che devono dare brevi informazioni integrative al titolo del lavoro.
- Testo del lavoro con ben indicato l’inizio e la fine di ogni capitolo; i rimandi bibliografici devono essere così indica-

ti: (Ramackers, 1983) o Ramackers (1983); (Riom e Gerbinot, 1977) oppure Deubert & Rhode (1971); (Robertson *et al.*, 1989).

- Eventuali ringraziamenti.
- Riassunto in italiano.
- Bibliografia indicata come da esempio:

Dallai R., 1975 – *Fine structure of the spermatheca of Apis mellifera*. - J. Insect Physiol., 21: 89-109.

Wallwork J.A., 1967 – *Acari*. In: Soil Biology, Burgers A. & Raw F. Ed., Academic Press, London, New York, pp. 365-395.

Hill D.S., 1987 – *Agricultural insect pests of the tropics and their control*. Cambridge University Press, XII+746 pp.

Nordlund D.A., Jones R.L., Lewis W.J. (Eds.), 1981 – *Semiochemical: their role in Pest control*. Wiley, N.Y., 850 pp.

Le figure e le relative didascalie devono essere indicate in cifre arabe (es. Fig. 1); devono essere fornite in formato JPG o TIFF. Per i grafici è preferito il formato PDF, le linee non dovrebbero essere più sottili di 0,25 pts e i retini avere una densità di almeno il 10%. Per le figure b/n sono ottimali risoluzioni di 600-1200 dpi, per le fotografie 300 dpi; le fotografie in JPG devono essere di buona qualità e dimensione tale da essere ridotte.