VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DI DIVERSI INSETTICIDI NEI CONFRONTI DEGLI INDIVIDUI ADULTI DI *PHILAENUS SPUMARIUS* VETTORE DI *XYLELLA FASTIDIOSA*

C. DONGIOVANNI[1], V. CAVALIERI[2], G. FUMAROLA[1], M. DI CAROLO[1]
D. TAURO[1], A. CINIERO[1], G. ALTAMURA[2], F. PALMISANO[1], M.R SILLETTI[1]
P. POLLASTRO[1]

[1] Centro di Ricerca, Sperimentazione e Formazione in Agricoltura "Basile Caramia"
Via Cisternino, 281, 70010 Locorotondo (Bari)

[2] CNR – Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, UOS di Bari
Via Amendola, 122/D, 70126 Bari
enzadongiovanni@crsfa.it

RIASSUNTO

La diffusione delle infezioni di *Xylella fastidiosa* in Puglia è associata principalmente all'olivo ha raggiunto proporzioni catastrofiche in alcune aree della regione. Il batterio è trasmesso dalla sputacchina *Philaenus spumarius*. Come per altre malattie causate da patogeni trasmessi da insetti vettori, il contenimento delle infezioni non può prescindere da un efficace controllo della popolazione del vettore. A tal fine, cinque prove sono state allestite tra il 2015 e il 2017, volte a verificare l'efficacia di numerose molecole sia di sintesi che sostanze naturali. I risultati migliori sono stati conseguiti con l'applicazione di formulati a base di neonicotinoidi e piretroidi. Inferiore è stata l'efficacia dei fosforganici. Un buon effetto abbattente hanno mostrato spinosad ed estratto di olio di agrumi, quest'ultimo se impiegato con alti volumi di applicazione. Nessuna azione è stata invece registrata con le applicazioni a base di spirotetramat, flonicamid, piretrine naturali e azadiractina. Trattamenti a calendario con caolino o imidacloprid hanno permesso di ridurre o azzerare la percentuale di trasmissione del batterio in piante "sane" esposte sperimentalmente per due anni alla popolazione del vettore presente nell'areale infetto.

Parole chiave: olivo, batterio da quarantena, sputacchina

SUMMARY

EFFICACY EVALUATION OF DIFFERENT INSECTICIDES AGAINST ADULTS OF *PHILAENUS SPUMARIUS*, VECTOR OF *XYLELLA FASTIDIOSA*

The spread of *Xylella fastidiosa*, a severe olive disease affecting olives in a restricted area of the Apulia region (Salentinian peninsula). The bacterium is transmitted by *Philaenus spumarius*. As is the case for other vector-borne pathogens, the spread of *X. fastidiosa* can be limited by controlling its vector. For this reason, five field trials were set up during 2015 - 2017 to verify the effectiveness of several products and formulates, both organic and synthetic against adult spittlebugs. The highest efficacy level was obtained using neonicotinoids and pyretroids. Low mortality was recorded using organophosphates. A good knockdown effect was observed for spinosad and citrus oil extract, the latter when applied at high volumes. No toxicity was recorded following the applications based on spirotetramat, flonicamid, natural pyretrins and azadirachtin. Calendar treatments with kaolin and imidacloprid can reduce or prevent the transmission rates, as showed by the results obtained after two years of treatments on *Xylella*-free plants exposed to the natural infected vector populations.

Keywords: olive tree, quarantine bacterium, spittlebug

INTRODUZIONE

Il batterio da quarantena *Xylella fastidiosa* subspecie *pauca* ceppo CoDiRO, rinvenuto in Italia nel 2013 (Saponari et al., 2013) responsabile della devastazione degli olivi in Puglia, come tutti i batteri xilematici è trasmesso da insetti xilemomizi appartenenti all'ordine degli *Hemiptera*, sub-ordine Cicadomorpha. Sin dalle prime fasi dell'emergenza fitosanitaria, è stato individuato uno dei vettori del ceppo CoDiRO presente in Puglia, la così detta sputacchina media: *Philaenus spumarius* (Saponari et al., 2014).

Purtroppo, questo insetto vettore è ampiamente ubiquitario e polifago, sia allo stadio giovanile che da adulto; risulta essere la specie predominante tra gli Auchennorrhyncha presenti nell'agroecosistema oliveto (Cornara et al., 2017a; Ben Moussa et al., 2016). Si è dimostrato essere un efficiente vettore (Cornara et al., 2017b) caratterizzato da elevata mobilità, in grado di spostarsi di oltre 100 m in poco più di una settimana (Plazio et al., 2017) rappresentando pertanto uno dei principali fattori di rischio per la diffusione della batteriosi, sia su brevi che su lunghe distanze. Come per tutti gli agenti fitopatogeni trasmessi da insetti vettori, la limitazione della diffusione del patogeno, che oramai ha assunto proporzioni catastrofiche, non può prescindere da un appropriato piano di controllo del vettore, *P. spumarius*. Sin dalle prime fasi dell'emergenza, il Servizio fitosanitario della Regione Puglia ha emanato delle "Misure obbligatorie per il contenimento della diffusione del batterio", successivamente più volte aggiornato, basato su interventi specifici di lotta nei confronti del *P. spumarius*, mirati in particolar modo al controllo degli stadi giovanili, mediante lavorazioni del terreno, seguiti successivamente da interventi insetticidi nei confronti degli individui adulti. Con riferimento al controllo degli adulti, indicazioni circa i potenziali prodotti da utilizzare erano state fornite nelle linee guida al contenimento della malattia, redatte dalla Regione Puglia. Purtroppo, nessuna delle molecole elencate in questo documento, aveva la registrazione di autorizzazione per le applicazioni su olivo contro la sputacchina, se non con autorizzazioni eccezionali di 120 giorni, nel 2015 e 2016 per l'estratto di olio di agrumi e nel 2017 per l'acetamiprid. Solo recentemente (13 novembre 2017), Epik SL a base di acetamiprid ha ottenuto la registrazione definitiva per il controllo della sputacchina, e potrà essere utilizzato dalla campagna 2018 permettendo agli agricoltori di poter controllare gli individui adulti del *P. spumarius* senza il rischio di dover incorrere in sanzioni dovendo impiegare, eludendo la normativa fitosanitaria vigente, molecole non specificatamente registrate nei confronti del vettore della *X. fastidiosa*.

È comunque evidente che le informazioni disponibili sul comportamento degli insetticidi nei confronti di questo insetto vettore su olivo sono ancora scarse, dati preliminari sono stati ottenuti nel corso di due prove sperimentali condotte in Puglia nel 2015 (Dongiovanni et al., 2016). Al fine di acquisire maggiori dati sull'efficacia di diverse molecole potenzialmente impiegabili nei confronti degli individui adulti del *P. spumarius*, ulteriori prove sperimentali sono state condotte, tra il 2015 ed il 2017, allestendo cinque prove ed ampliando il numero di principi attivi oggetto di valutazione sia a molecole di sintesi che sostanze naturali.

MATERIALI E METODI

Le attività sperimentali sono state condotte nel 2015 (prove A e B), 2016 (prova C) e 2017 (prova D), in condizioni di semi-campo, in oliveti mantenuti in buone condizioni vegetative. I dettagli relativi alle singole prove sono riportati in tabella 1. Per ciascuna prova è stato adottato uno schema a blocchi randomizzati con due piante per tesi e 3 repliche/pianta, ciascuna replica è stata costituita da una branca di olivo racchiusa con reti antinsetto, all'interno delle quali sono stati introdotti un numero prefissato d'insetti in tempi successivi.

La cattura degli adulti è avvenuta immediatamente prima del loro rilascio nelle gabbie, mediante l'impiego di retino entomologico da sfalcio. Come dettagliato in tabella 1, per la prova B, gli adulti di *P. spumarius* sono stati inseriti nelle gabbie esclusivamente prima dell'esecuzione dell'applicazione; per le altre prove (A, C e D) sono stati previsti ulteriori inserimenti dopo 3 e 7 giorni per poter valutare la persistenza nel tempo dei differenti prodotti testati. Gli inserimenti sono stati ulteriormente prolungati, per le prove C e D, sino ad arrivare a 10 giorni (prova C e D) e 15 giorni per la prova D. In tutte le prove è stata eseguita una singola applicazione, le date d'intervento sono riportate in tabella 1. Gli insetticidi impiegati, concentrazioni e dosi d'intervento sono riportati in tabella 2.

Tabella 1. Caratteristiche riassuntive delle prove di semi-campo

	Prova A (2015)	Prova B (2015)	Prova C (2016)	Prova D (2017)
Località	Taurisano (LE)	Alezio (LE)	Taurisano (LE)	Cisternino (BR)
Cultivar	Leccino	Cellina di Nardò	Leccino	Cerasola
Eta' (anni)	20	100	21	15
Forma di allevamento	vaso			
Sesto d'impianto (m)	5 x 5	7 x 7	5 x 5	5 x 5
Data delle applicazioni	29 giugno	2 ottobre	1 luglio	26 giugno
N. insetti introdotti/gabbia prima dell'esecuzione dell'applicazione	10	20	10	10
N. introduzioni eseguite dopo l'applicazione	2	0	3	4
Intervallo (giorni) tra l'applicazione ed inserimento nelle gabbie	3, 7	0	3, 7, 15	3, 7, 15, 20
N. d'insetti introdotti/gabbia dopo l'applicazione per singola introduzione	10	0	10	10

Nelle prove A e B si è posta particolare attenzione alla verifica del comportamento di differenti sostanze naturali (estratto di olio di agrumi, piretrine naturali ed azadiractina), impiegando come confronto imidacloprid e deltametrina. Nelle prove C e D si è inteso verificare il comportamento dello spinosad; inoltre sono state estese le osservazioni a differenti formulati di sintesi, quali esteri fosforici (dimethoato, chlorpyrifos-methyl; chlorpyrifos-ethyl), o prodotti sistemici, neonicotinoidi (thiamethoxam da solo o in miscela con chlorantaniprole appartenente alla famiglia chimica delle antrinilammidi), flonicamid e spirotetramat. L'imidacloprid è stato inserito in entrambe le prove come composto di riferimento.

I trattamenti sono stati eseguiti nebulizzando l'intera chioma con pompe che erogavano l'equivalente di 1.500 L/ha, ad eccezione dell'estratto di olio di agrumi che nella prova B è stato distribuito incrementando i volumi di distribuzione fino al limite del gocciolamento (2.000 L/ha). Nelle prove A e B, in cui è stato previsto l'impiego delle sostanze naturali, le applicazioni sono state eseguite in tarda serata per favorire una loro lenta azione e ridurre i possibili effetti negativi di degradazione dovuti all'azione solare. Nella prova D, l'imidacloprid ed il dimetoato sono stati impiegati oltre che in applicazioni spray anche in endoterapia, al fine di verificare la possibilità d'incrementare la persistenza dei prodotti somministrando direttamente le molecole nella pianta e ridurre gli effetti negativi dovuti alla deriva delle applicazioni fogliari. Le dosi impiegate, in assenza di riferimenti noti, sono state definite sulla base delle dosi massime a cui questi formulati sono impiegati per il controllo di

insetti ad apparato boccale pungente succhiante. Le iniezioni endoterapiche sono state eseguite adottando le stesse dosi per ettaro impiegate per le applicazioni spray, definendo nell'oliveto considerato con sesti regolari, i dosaggi per pianta, in relazione al numero di piante per ettaro ed ai sesti d'impianto ed iniettando 1.500 mL di soluzione per ciascuna pianta.

In tutte le prove, le ispezioni delle gabbie sono state eseguite, 3, 7, 10 e 15 DAT (giorni dopo l'applicazione insetticida); ad eccezione della prova B in cui non è stato previsto il rilievo a 10 giorni; per le prove C e D sono state eseguite ulteriori due ispezioni aggiuntive, a 20 e 25 giorni dopo l'esecuzione del trattamento.

Si è calcolata la percentuale di individui vivi e morti sul totale degli individui introdotti per ogni tesi e l'Indice di efficacia secondo Abbott (1925), determinato sul valore cumulativo degli individui vivi.

Tabella 2. Insetticidi impiegati nelle prove

Sostanze attive (s.a.)	Formulati commerciali	Concentrazione s.a. e formulazione	Dosi (g o mL/ha)	Prova:				
				A	B	C	D	E
Azadiractina	Neemazal	(10 g/L) EC	3000	S*	S			
Caolino	-	(80%) PB	40000					S
Deltametrina	Decis Jet	(15 g/L) EC	1150		S			
Chlorpyrifos-methyl	Reldan 22	(21,4%) EC	4500			S	S	
Chlorpyrifos-ethyl	Dursban 75 WG	(75,0%) WG	1050			S	S	
Dimetoato	Perfektion	(400 g/L) EC	2250				S; E	
Estratto di olio di agrumi	Prev-AM	(60 g/L) L	8000	S	S			
Flonicamid	Teppeki	(50%) WG	140			S	S	
Imidacloprid	Confidor 200 O-Teq	(200 g/L) OD	1125	S	S	S	S; E	S
Piretrine naturali	Pyganic	(12,91 g/L) L	3750	S	S			
Spinosad	Laser	(44,2%) SC	450			S	S	
Spirotetramat	Movento 48 SC	(4,35%) SC	3750			S	S	
Thiamethoxam	Actara 25 WG	(25,0%) WG	450			S	S	
Thiamethoxam+ chlorantraniliprole	Luzindo	(20,0% + 20%) WG	250			S	S	

*Modalità di applicazione: S = nebulizzazione sulla chioma; E = endoterapia

L'attività del caolino, composto inerte, privo di azione insetticida diretta, è stata valutata, allestendo nella primavera del 2016, una prova di campo in agro di Gallipoli (Le) (prova E), mettendo a dimora astoni di olivo certificati esenti da *X. fastidiosa*, di ca. 3 anni di età della cv Cellina di Nardò altamente suscettibile al batterio. Sono state poste a confronto 3 tesi, compreso il testimone non trattato. I prodotti testati sono riportati in tabella 2. È stato adottato lo schema statistico dei blocchi randomizzati, con 3 repliche per tesi, ciascuna parcella costituita da 6 piante. Le applicazioni in entrambe le tesi trattate sono state avviate nella primavera del 2016, prima della migrazione degli individui adulti sulla vegetazione di olivo, proseguite per tutto il periodo primaverile-estivo fino ad autunno inoltrato, sospese durante il periodo invernale, re-avviate nella primavera del 2017 e proseguite per tutta la stagione fino alla metà di ottobre. I trattamenti sono stati cadenzati ogni 10-15 giorni, al fine di assicurare una costante copertura della vegetazione, e ripetuti a seguito del verificarsi di eventi piovosi. Tutte le piante sono state esposte ad infezioni naturali del vettore *P. spumarius*. Per questa prova si è inteso valutare la possibilità di ridurre l'incidenza della malattia nel tempo e di attenuare lo sviluppo dei sintomi. Nel corso dei due anni di attività sono stati eseguiti periodici rilievi sintomatologici, per valutare la comparsa dei sintomi e l'evoluzione della malattia nel

tempo. È stata adottata una scala empirica di valutazione della gravità dei sintomi da 0 (piante asintomatiche) a 5 (piante completamente disseccate), allo scopo di verificare, per ciascuna tesi, l'evoluzione della malattia in campo (diffusione) e di determinare l'intensità dei sintomi mediante l'adozione di due differenti parametri, indice di McKinney e gravità. Al fine di verificare l'evoluzione delle infezioni nel corso delle prove sperimentali, le piante delle diverse tesi sono state sottoposte ad analisi diagnostiche sierologiche in Elisa. I dati, quando necessari trasformati in valori angolari secondo Bliss (1937), sono stati sottoposti all'analisi della varianza e le medie separate con il test di Duncan (1955).

RISULTATI

Prova A

Durante la prima ispezione (DAT_3), la percentuale di mortalità più alta (86,7%) è stata rilevata nella tesi di riferimento (imidacloprid); valori nettamente inferiori sono stati riscontrati nelle altre tesi: estratto di olio di agrumi, piretrine (23,3%) ed azadiractina (18,3%). Durante la successiva ispezione (DAT_7) nella tesi trattata con imidacloprid la percentuale di mortalità è rimasta sostanzialmente invariata (88,3%), mentre un ulteriore decremento è stato riscontrato in tutte le altre tre tesi trattate, con valori inferiori al 5,6% (piretrine). Negli ultimi due rilievi, DAT_{10} e DAT_{15}, i valori di mortalità si sono ulteriormente ridotti; la tesi di riferimento ha comunque garantito buoni livelli di azione, con il 64,7% di mortalità nel corso dell'ultima ispezione (DAT_{15}). Azadiractina, piretrine ed estratto di olio di agrumi hanno mostrato un bassissimo effetto tossico nei confronti della sputacchina, con un valore di mortalità inferiore al 3,8% (piretrine) (tabella 3).

Tabella 3. % di mortalità dopo 3, 7, 10, 15 DAT - Prova A

Formulato commerciale	Mortalità (%)			
	DAT_3	DAT_7	DAT_{10}	DAT_{15}
Testimone non trattato	0 c	0 b	1,1 b	1,7 b
Imidacloprid	86,7 a	88,3 a	68,9 a	64,7 a
Azadiractina	18,3 b	0 b	0 b	3,5 b
Piretrine naturali	23,3 b	5,6 b	0,6 b	3,8 b
Estratto di olio di agrumi	23,3 b	1,8 b	3,6 b	0 b

Prova B

Nell'ispezione avvenuta 3 giorni dopo il trattamento (DAT_3) la più elevata percentuale di mortalità è stata rilevata impiegando imidacloprid e deltametrina, con valori pari a 85,8% e 82,5%, rispettivamente. Nelle tesi trattate con piretrine ed estratto di olio di agrumi al volume di 1.500 L/ha è stato riscontrato un comportamento simile con circa il 30% d'individui morti, mentre l'impiego dell'olio di agrumi, fino al limite del gocciolamento ha permesso d'incrementare il numero d'individui morti, con un valore di mortalità del 54,2%; nessun effetto tossico è stato rilevato nelle parcelle trattate con azadiractina in cui solo il 6,7% degli individui sono risultati morti. Considerando la singola introduzione effettuata prima del trattamento, nei rilievi condotti a 7 (DAT_7) e 15 (DAT_{15}) giorni dopo l'applicazione, è stata osservata una quasi totale mortalità degli individui introdotti nelle gabbie nelle tesi trattate con

imidacloprid e deltametrina, con valori dell'indice di efficacia di circa il 95% (DAT_{15}), pocchissimi ulteriori individui sono morti nelle altre tesi, al termine della prova (tabella 4).

Tabella 4. % di mortalità dopo 3, 7, 15 DAT - Prova B

Formulato commerciale	Mortalità (%)		
	DAT_3	DAT_7	DAT_{15}
Testimone non trattato	7,5 c	0 a	5 ab
Imidacloprid	85,8 a	8,3 a	3,3 ab
Azadiractina	6,7 c	5 a	7,5 a
Piretrine naturali	32,5 bc	6,7 a	5 ab
Estratto di olio di agrumi (1500 L/ha)	30 bc	1,7 a	5,8 ab
Estratto di olio di agrumi (2000 L/ha)	54,2 ab	8,3 a	3,3 ab
Deltametrina	82,5 a	13,3 a	0 b

Tabella 5. % di mortalità dopo 3, 7, 10, 15, 20 e 25 DAT - Prova C

Formulato commerciale	Mortalità (%)					
	DAT_3	DAT_7	DAT_{10}	DAT_{15}	DAT_{20}	DAT_{25}
Testimone non trattato	20 b	4,6 d	4,9 d	5,2 d	5,8 b	12,1 a
Imidacloprid	91,7 a	92,6 a	89,2 a	92,4 a	41,7 a	16,7 a
Spirotetramat	26,7 b	7,4 d	1,4 d	4,7 d	5 b	11,5 a
Chlorpyrifos-methyl	66,7 a	46,2 c	18,4 c	15,3 c	4,8 b	7,6 a
Chlorpyrifos-ethyl	81,7 a	66,7 b	41,9 b	32,9 b	7,5 b	18,6 a
Thiamethoxan	90 a	89,4 a	80,9 a	98,5 a	0 b	16,7 a
Thiamethoxam+chlorantraniliprole	88,3 a	91 a	86,5 a	94,2 a	25 ab	16,7 a
Flonicamid	43,3 b	12,5 d	3,9 d	1,1 d	7,2 b	12,6 a
Spinosad	80 a	31,2 c	10,3 cd	4 d	4,8 b	9,2 a

Prova C

Tre giorni dopo l'applicazione (DAT_3) un elevato effetto abbattante è stato riscontrato in quasi tutte le tesi con valori superiori al 66,7% (chlorpyrifos-methyl), ad eccezione di due tesi, spirotetramat e flonicamid in cui sono stati riscontrati valori pari a 26,7% e 43,3%, rispettivamente. Nell'ispezione successiva (DAT_7), valori di mortalità di circa il 90% sono stati rilevati nelle tesi in cui è stato previsto l'impiego dei neonicotionidi, valori intermedi per i due esteri fosforici in prova, chlorpyrifos-methyl (46,2%) e chlorpyrifos-ethyl (66,7%), il 31,2% degli individui sono risultati morti nella tesi trattata con spinosad, un effetto tossico scarso è stato riscontrato nelle tesi in cui è stato previsto l'impiego di spirotetramat (7,4%) e flonicamid (12,5%). Nei due rilievi successivi (DAT_{10} e DAT_{15}), a seguito di ulteriori due introduzioni (7 e 10 giorni dopo dall'esecuzione del trattamento), le diverse molecole in sperimentazione hanno sostanzialmente riconferemato quanto osservato nel rilievo a 7 giorni (DAT_7), ad eccezione dello spinosad in cui è stato rilevato un graduale decremento degli individui morti fino a ridursi al 4% (DAT_{15}). Successivamente (DAT_{20} e DAT_{25}) i valori di

mortalità sono risultati scarsi, inferiori al 41,7% e 16,7% (imidacloprid), rispettivamente, nella penultima (DAT_{20}) ed ultima (DAT_{25}) ispezione (tabella 5).

Tabella 6. % di mortalità dopo 3, 7, 10, 15, 20 e 25 DAT - Prova D

Formulato commerciale	Mortalità (%)					
	DAT_3	DAT_7	DAT_{10}	DAT_{15}	DAT_{20}	DAT_{25}
Testimone non trattato	23,3 d*	8,5 e	5,6 b	11,1 d	9,1 b	5,4 b
Imidacloprid	98,3 a	65,8 ab	71,4 a	73,9 b	69,4 a	8,3 b
Imidacloprid - ENDO	60 c	76,9 a	67,5 a	80,2 b	75,8 a	16,7 ab
Spirotetramat	15 d	10,8 e	7,6 b	15,1 cd	6,8 b	7,4 b
Chlorpyrifos-methyl	90 ab	36,1 cd	15,4 b	17,1 cd	9,8 b	1,3 b
Chlorpyrifos-ethyl	70 bc	36 cd	20,8 b	14,6 cd	14,7 b	3,8 b
Thiamethoxan	96,7 a	80,3 a	70,6 a	86,4 ab	66,8 a	0 b
Thiamethoxam+chlorantraniliprole	98,3 a	70,5 a	77,1 a	94,4 a	59,6 a	36,1 a
Flonicamid	21,7 d	10,4 e	6,9 b	6,9 d	8,3 b	2,2 b
Spinosad	90 ab	51,1 bc	18,6 b	10,7 d	15,8 b	4,5 b
Dimetoato	88,3 ab	21,2 de	10,7 b	4,4 d	8,9 b	5,5 b
Dimetoato - ENDO	55 c	36,7 cd	20,9 b	28,7 c	20,7 b	9,1 b

*nelle tabelle, i valori della stessa colonna non seguiti da lettere uguali sono differenziabili statisticamente al test di Duncan con $p \leq 0,05$

Prova D

Sugli individui introdotti prima dell'esecuzione dell'applicazione i valori più elevati di mortalità sono stati riscontrati nelle tesi trattate con i neonicotinoidi applicati alla chioma, con percentuali di mortalità non inferiori al 96,7% (thiamethoxam), seguiti da chlorpyfos-methyl, spinosad (90%), dimetoato (88,3%) e chlorpyrifos-ethyl (70%). L'imidacloprid ed il dimetoato applicati in endoterapia hanno evidenziato un effetto abbattente significativamente inferiore rispetto agli stessi prodotti impiegati in applicaizoni spray, notevolmente bassa è stata la tossicità rilevata con l'impiego di spirotetramat e flonicamid, con valori di mortalità del 15% e 21,7%, rispettivamente. Dopo 7 giorni dall'esecuzione del trattamento (DAT_7) è stato evidenziato un leggero decremento degli individui morti, ma comunque elevati valori di mortalità sono stati riscontrati impiegando thiamethoxan da solo (80,3%) o in miscela con chlorantraniprole (70,5%) ed imidacloprid applicato in endoterapia (76,9%), leggermente più bassa la percentuale di mortalità nella tesi in cui imidacloprid è stato applicato alla chioma (65,8%). Il 51,1% e 36,7% di mortalità è stata rilevata nelle gabbie trattate rispettivamente con spinosad e dimetoato in endoterapia, notevolmente più bassi i valori di mortalità riscontrati nelle altre tesi (dimetoato spray, spirotetramat, flonicamid), con valori inferiori al 21,2% (dimetoato spray). Nei rilievi eseguiti dopo 10 (DAT_{10}), 15 (DAT_{15}) e 20 (DAT_{20}) giorni dall'esecuzione del trattamento è stata riscontrata una percentuale di mortalità piuttosto elevata, compresa tra il 67,5% e 77,1% a DAT_{10}, tra il 73,9% e 94,4% a DAT_{15} e tra il 59,6% e 75,8% a DAT_{20}, in tutte le tesi trattate con i neonicotinoidi, valori inferiori al 20,9%, 28,7%

e 15,8%, rispettivamente a DAT_{10}, DAT_{15} e DAT_{20}, in tutte le altre tesi. Durante l'ultima ispezione la percentuale di mortalità si è notevolmente ridotta in tutte le tesi, con valori compresi tra 2,2% (flonicamid) e 36,1% (thiamethoxam+chlorantraniprole) (tabella 6).

Prova E

Per tutto il 2016 e la primavera estate del 2017 nel campo sperimentale non sono stati osservati disseccamenti imputabili a infezioni da *X. fastidiosa*. Durante l'autunno 2017, circa un anno e mezzo dopo l'esposizione delle piante ad infezioni naturali del batterio, sono state osservate le prime piante con sintomi imputabili al batterio nel testimone non trattato (16,7%) con un indice di McKinney inferiore al 3%. Nessuna pianta è risultata sintomatica nelle tesi trattate con caolino ed imidacloprid. I saggi di laboratorio hanno invece permesso di rilevare nel controllo, le prime piante infette già nell'ottobre 2016 (11%), successivamente, dopo un anno, è stato osservato un leggero incremento con il 23% di piante infette nel testimone non trattato, prime piante positive al batterio (quasi il 7%) nelle parcelle trattate con caolino, nessuna pianta è risultata infetta nella tesi trattata con imidacloprid.

CONCLUSIONI

I formulati a base di deltametrina ed i neonicotinoidi (imidacloprid, thiamethoxan) testati nelle prove riportate nella presente nota hanno confermato l'elevato effetto abbattente, già osservato nelle precedenti sperimentazioni (Dongiovanni et al., 2016), con una persistenza generalmente superiore, anche fino a due settimane. Risultati equiparabili sono stati conseguiti dal thiamethoxam nella formulazione con chlorantraniprole. Gli esteri fosforici saggiati, chlorpyrifos-methyl e chlorpyrifos-ethyl così come precedentemente osservato per il dimethoato (Dongiovanni et al., 2016), hanno evidenziato una tossicità inferiore rispetto ai neonicotinoidi, sebbene il comportamento del chlorpyrifos-ethyl sia risultato non costante, con un buon effetto abbattente e buona persistenza nella prova allestita nel 2016, bassa tossicità e scarsa persistenza nella prova condotta nel 2017, pertanto ulteriori osservazioni e conferme sono necessarie. Lo spinosad ha evidenziato un comportamento intermedio, buon effetto abbattente con persistenza di pochi giorni. Alle dosi e con le modalità adottate nelle nostre sperimentazioni, nessun effetto nel controllo degli individui adulti del *P. spumarius* è stato osservato impiegando lo spirotetramat, confermando quanto evidenziato nel 2015 (Dongiovanni et al., 2016), nonché dei formulati a base di flonicamid, piretrine naturali ed azadiractina. L'estratto di olio di agrumi ha mostrato buon effetto abbattente quando impiegato ad alto volume tale da garantire la completa bagnatura della vegetazione, ma nessuna persistenza.

Entrambi i prodotti testati in endoterapia hanno evidenziato un'azione più lenta rispetto agli stessi prodotti distribuiti in spray, con persistenza equiparabile al prodotto applicato direttamente alla chioma per l'imidacloprid, azione più prolungata e costante nel tempo per il dimethoato in endoterapia rispetto allo stesso formulato applicato per nebulizzazione, ma con una tossicità nettamente inferiore ad altri prodotti inseriti nella sperimentazione. Sebbene preliminari, i risultati conseguiti adottando questa tecnica non sembrano promettenti e non forniscono incrementi di efficacia tali da indurre ulteriori approfondimenti e verifiche, considerando anche la laboriosità, onerosità ed invasività del metodo.

Applicazioni a calendario con caolino ed imidacloprid in pieno campo hanno permesso dopo due anni di esposizione ad infezioni naturali del vettore di ridurre (caolino) o azzerare (imidacloprid), sia la percentuale di piante sintomatiche che l'incidenza delle infezioni, rispetto al controllo non trattato, le prove però sono ancora in corso e richiedono ulteriori osservazioni e conferme nel lungo periodo.

L'attività di screening svolta, considerando sia prodotti registrati che non registrati su olivo, hanno permesso di ampliare le conoscenze preliminarmente conseguite nelle attività sperimentali allestite nel 2015 (Dongiovanni et al., 2016), evidenziando il comportamento di un gran numero di formulati che potenzialmente potrebbero essere impiegati per il controllo degli adulti della sputacchina, incoraggianti anche i risultati conseguiti con alcune delle molecole che potrebbero essere utilizzate anche in aziende condotte in regime di agricoltura biologica.

Sebbene la registrazione dell'acetamiprid offre importanti prospettive per il controllo delle popolazioni di *Philaenus*, è anche importante sottolineare la necessità di poter disporre di ulteriori formulazioni, una sola molecola non permette infatti la definizione di un'adeguata strategia di controllo nei confronti del *P. spumarius* che persiste nell'agro-ecosistema oliveto per un periodo molto lungo, da fine aprile-inizi di maggio fino all'autunno inoltrato, conservandone l'infettività.

Prime informazioni relative alla biologia dell'insetto sono state acquisite (Cavalieri et al., 2016; Bodino et al., 2017) in relazione a questo occorrerà definire le epoche ottimali d'intervento. I trattamenti rivolti al controllo degli altri principali fitofagi dell'olivo, ritenuti sufficienti per il controllo della sputacchina (Camposeo, 2017), consentono in realtà di controllare gli adulti di questo insetto per un limitato periodo di tempo, ma sono senza dubbio insufficienti per il contenimento degli individui adulti nelle prime fasi di migrazione su olivo quando raggiungono la massima densità di popolazione. Utili risultati potranno essere conseguiti solo quando si opererà in maniera coordinata, con interventi realizzati su scala comprensoriale, di tipo territoriale, e non frammentati e limitati a singole realtà aziendali.

LAVORI CITATI

Bliss C.I., 1937. Analysis of field experimental data expressed in percentages. *Plant Protection*, 12, 67-77.

Bodino N., Plazio E., Picciau L., Cavalieri V., Dongiovanni E., Di Carolo M., Tauro D., Volani S., Salerno M., Russo V., Porcelli F., Gilioli G., Bosco D., 2017. Phenology population dynamics and host plants of *Philaenus spumarius* in Italian olive groves. Presentation *European conference on Xylella Fastidiosa: finding answers to a global problem*, Palma di Mallorca, 13-15 November 2017.

Ben Moussa I.E., Mazzoni V., Valentini F., Yaseen T., Lorusso D., Speranza S., Digiaro M., Varvaro L., Krugner R., D'Onghia A.M., 2016. Seasonal fluctuation of sap-feeding insect species infected by *Xylella fastidiosa* in Apulian olive groves of Southern Italy. *Journal of Economic Entomology*, 109 (4), 1512-1518. doi: 10.1094/jeee/tow123.

Camposeo S., 2017. Una olivicoltura razionale in areali infetti da Xylella. *L'Informatore Agrario*, 13, 47-49.

Cavalieri V., Dongiovanni C., Altamura G., Di Caroli M., Tauro D., Fumarola G., Porcelli F., Saponari M., 2016. Prime indagini sulla biologia e densità di popolazione delle forme giovanili di *Philaenus spumarius* L. in Puglia. *Atti XXV CNIE*, 172.

Cornara D., Saponari M., Zeillinger A., De Stradis A., Boscia D., Loconsole G., Bosco D., Martelli G., Almeida R.P.P., Porcelli F., 2017a. Spittlebugs as vectors of *Xylella fastidiosa* in olive orchards in Italy. *Journal Pest Science*, 90,521-530, doi: 10.1007/s10340-016-0793-0.

Cornara D., Cavalieri V., Dongiovanni C., Altamura G., Palmisano F., Bosco D., Porcelli F., Almeida R.P.P., Saponari M., 2017b. Transmission of *Xylella fastidiosa* by natural infected *Philaenus spumarius* (Hemiptera, Aphrophoridae) to different host plants. *Journal of Applied Entomology*, 141, 80-87, doi: 10.1111/je.12365.

Dongiovanni C., Cavalieri V., Altamura G., Di Carolo M., Fumarola G., Corrado I., Saponari M., de Lillo E., Porcelli F., 2016. Esiti preliminari di prove comparative di efficacia per il controllo di *Philaenus spumarius*, vettore di *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* ceppo CoDiRO. Atti Giornate Fitopatologiche, 1, 393-402.

Duncan D.B., 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11, 1-42.

Plazio E., Bodino N., Cavalieri V., Dongiovanni C., Fumarola G., Ciniero A., Galletto L., Saponari M., Bosco D., 2017. Investigation on dispersal capability of *Philaenus spumarius* by mark-release-recapture method. Poster *European conference on Xylella Fastidiosa: finding answers to a global problem*, Palma di Mallorca, 13-15 November 2017.

Saponari M., Boscia D., Nigro F., Martelli G.P., 2013. Identification of DNA sequences related to *Xylella fastidiosa* in oleander, almond and olive trees exhibiting leaf scorch symptoms in Apulia (Southern Italy). *Journal of Plant Pathology.*, 95: 688.

Saponari M., Loconsole G., Cornara D., Yokomi R.K., De Stradis A., Boscia D., Bosco D., Martelli G.P., Krukner R., Porcelli F., 2014. Infectivity and Transmission of *Xylella fastidiosa* by *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae) in Apulia, Italy. *Journal of Economic Entomology*, 107, 1316-1319.