

LE SOSTANZE DI ORIGINE VEGETALE NEL CONTROLLO DEGLI ACARI FITOFAGI E GLI EFFETTI COLLATERALI SUI FITOSEIDI

HARALABOS TSOLAKIS (*)

(*) Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze 90128 Palermo – Italy; e-mail: haralabos.tsolakis@unipa.it
Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda “Evoluzione dell’Acarologia nell’ecosistema agrario”. Seduta pubblica dell’Accademia - Firenze, 20 febbraio 2015.

Botanical extracts as miticides and side effects on phytoseiid mites

The secondary compounds of plants with biocide characteristics can represent good candidates for crop protection especially in Organic farming, where the phytophagous mites in particular are still a real problem. In the present review, information on the biological activity of different plants extracts on some tetranychids as well as the side effects on phytoseiid mites, were reported.

KEY WORDS: Botanical extracts, Tetranychidae, Phytoseiidae.

INTRODUZIONE

La conoscenza della presenza di metaboliti secondari nelle piante superiori che risultino tossici nei confronti degli artropodi è assai antica. *Chrysanthemum coccineum* era già in uso in Persia quando nel 19° secolo lo conobbero gli europei, mentre *Azadirachta indica* era usata fin dai tempi antichi nel sub continente indiano. Fino alla fine della II Guerra Mondiale gli estratti di piante rappresentavano il principale mezzo di controllo degli insetti dannosi in agricoltura.

Queste sostanze erano rappresentate principalmente dal piretro, dal rotenone, dalle quassine e dalle nicotine e il loro largo uso in agricoltura era possibile grazie alle estensive coltivazioni di queste piante in diversi paesi del terzo mondo. Con l’avvento dei prodotti chimici di sintesi, l’utilizzo degli insetticidi di origine vegetale iniziò a diminuire fino a raggiungere i minimi storici negli anni ’80. A partire da questo decennio, si è registrato un aumento costante della domanda di fitofarmaci di origine vegetale che corrispondeva, grosso modo, all’aumento delle superfici coltivate con il metodo biologico.

L’interesse dei chimici e degli entomologi nei confronti dei fitopesticidi è cresciuto costantemente nella prima metà del 900, per subire successivamente la forte pressione esercitata dai prodotti di sintesi negli anni ’50 e ’60. A partire dagli anni settanta, invece, probabilmente anche a causa dell’interdizione del DDT negli Stati Uniti d’America, si è registrata un’inversione di tendenza con un

costante e significativo aumento dell’interesse scientifico verso le proprietà biocide presenti in diverse essenze vegetali. Questo interesse si è tradotto in un andamento crescente delle pubblicazioni scientifiche aventi come tema la tossicità nei confronti di diverse specie fitofaghe di interesse agrario.

Bisogna, tuttavia, notare che l’interesse maggiore verso queste sostanze è stato mostrato dai ricercatori indiani (67%) e statunitensi (18%), mentre il resto del mondo ha contribuito in maniera del tutto marginale in questo campo di ricerca. Naturalmente, la stragrande maggioranza di queste ricerche riguarda gli insetti di interesse agrario, mentre i lavori aventi come oggetto gli acari fitofagi sono veramente pochi.

ESTRATTI DI PIANTE AD AZIONE ACARICIDA

Il principale obiettivo delle ricerche sugli effetti tossici degli estratti vegetali, è stato fino ad oggi il tetranychide *Tetranychus urticae* Koch, comunemente chiamato ragnetto rosso bimaculato. Specie altamente polifaga, è considerata la più dannosa tra gli acari fitofagi e questo è il principale motivo dell’interesse che riscuote, al quale si aggiunge la sua diffusione oramai mondiale.

D’altra parte, nel mondo vegetale, se esiste una star tra le piante che possiedono proprietà biocide che ha rubato la scena in questo settore negli ultimi trent’anni, questa è certamente *Azadirachta indica* A. Juss. Praticamente atossica per gli organismi a sangue caldo, possiede diverse proprietà negative

nei confronti di un altissimo numero di artropodi dannosi. Le varie parti vegetali di *A. indica* sono ricche di limonoidi, di cui le azadirachtine che sono le più rappresentate, possiedono proprietà fagode-terrenti, repellenti, insetticide ed acaricide nei confronti di numerose specie di fitofagi dannosi in agricoltura (SCHMUTTERER e ASCHER, 1984, 1987; MORDUE e BLACKWELL, 1993). I primi studi sugli effetti degli estratti di *A. indica* nei confronti degli acari hanno mostrato una grande variabilità tra le diverse formulazioni dovuta principalmente ai diversi solventi utilizzati. I solventi lipofili ad esempio estraggono molecole più attive nei confronti dei tetranichidi, di quelle ottenute con solventi idrofili (MANSOUR e ASCHER, 1983, 1995). Estratti di semi di *A. indica* in acetone e pentano hanno causato una mortalità nei confronti di *T. urticae* pari all'80 e 100% dopo 48 ore, mentre con gli estratti in etanolo e metanolo la mortalità era attorno al 40% (MANSOUR *et al.*, 1987). Nello stesso tempo gli estratti in acetone e pentano hanno registrato una bassa mortalità nei confronti dell'acaro predatore *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (ca 20%) mentre l'estratto in etanolo è risultato del tutto innocuo nei suoi confronti. Le molecole estratte con i diversi solventi interferiscono anche con il tempo d'azione del prodotto. Gli estratti acquosi di semi e foglie di neem hanno causato nei confronti di femmine giovani di *T. urticae* una mortalità che ha raggiunto l'80% dopo 5 giorni (CASTIGLIONI *et al.*, 2002), mentre l'olio di neem titolato a 10.000 ppm in azadirachtina A, causava la stessa mortalità (80%) dopo appena 48 ore e del 100% dopo una settimana (TSOLAKIS *et al.*, 2002). Simili risultati sono stati ottenuti in prove di laboratorio con l'azadirachtina nei confronti di *Polyphagotarsonemus latus* (Banks): dosi crescenti da 50 a 200 ppm di p.a. hanno causato una riduzione della popolazione del tarsonemide variabile dall'80 al 98% (VENZON *et al.*, 2008). Gli estratti di *A. indica*, oltre all'effetto tossico, hanno registrato anche un interessante effetto repellente nei confronti del ragnetto rosso variabile nel tempo e nell'intensità, in base ai solventi utilizzati (MANSOUR *et al.*, 1993; DIMETRY *et al.*, 1993; TSOLAKIS *et al.*, 2002; DABROWSKI e SEREDYNSKA 2007).

Limonoidi simili a quelli presenti in *A. indica* sono comuni anche nei semi di un'altra meliaceae, *Melia azedarach* L. Le meliacarpine ad esempio, hanno registrato un'azione insetticida paragonabile a quella dimostrata dai limonoidi presenti nella più nota *A. indica* (BOHNENSTENGEL *et al.*, 1999). Gli estratti acetonicici di semi di *Melia* hanno causato una forte mortalità (100%) delle femmine di *T. urticae* dopo appena due giorni dal trattamento, mentre non è stato riportato alcun effetto repellen-

te nei confronti del tetranichide (TSOLAKIS e RAGUSA, 2005). Mortalità più bassa (58-71%), invece, hanno causato gli estratti acquosi di *Melia* nei confronti del suddetto tetranichide (CASTIGLIONI *et al.*, 2002). Estratti acetonicici di semi di *Melia* hanno mostrato un discreto effetto ovicida e larvicida nei confronti di *T. urticae*, mentre si sono dimostrati innocui nei confronti degli stessi stadi di sviluppo del fitoseide *Cydnodromus californicus* (McGregor) (RAGUSA *et al.*, 2006).

L'acetone si è anche dimostrato un buon solvente per estrarre sostanze bioattive nei confronti degli acari da *Quassia* spp. In prove di laboratorio gli estratti di *Quassia* hanno mostrato un'azione fortemente tossica nei confronti degli stadi giovanili di *T. urticae* ed in particolare nei confronti delle larve (mortalità pari al 96%), alla quale si aggiungeva un leggero effetto repellente che portava l'effetto negativo del prodotto nei confronti del tetranichide al 100% (RAGUSA *et al.*, 2006). Lo stesso estratto si è, invece, dimostrato innocuo per il fitoseide *C. californicus*, nei confronti del quale però, si è registrato un effetto repellente pari al 48% (RAGUSA *et al.*, 2006). Simili risultati sono stati ottenuti con gli estratti acetonicici di *Artemisia* sp. nei confronti degli stadi giovanili del tetranichide con la differenza che gli estratti di *Artemisia* non hanno avuto alcun effetto nei confronti di *C. californicus* (RAGUSA *et al.*, 2006). Bisogna, tuttavia, ricordare che non tutti gli estratti vegetali sono innocui per i nemici naturali degli acari fitofagi. Ad esempio, sia gli estratti acetonicici che quelli acquosi di semi di *Annona cherimola* hanno mostrato una forte azione biocida nei confronti dei vari stadi dello sviluppo ontogenetico di *T. urticae*, ma anche nei confronti del fitoseide *C. californicus* (RAGUSA *et al.*, 2006).

D'altra parte, sono certamente più comuni in letteratura le informazioni sugli effetti tossici o repellenti di sostanze di origine vegetale sia nei confronti di acari fitofagi che nei confronti dei loro predatori, probabilmente perché questi ultimi richiedono particolari tecniche di allevamento e di gestione delle prove che ne rendono difficile l'esecuzione.

Il carvacrolo, un terpenoide presente nella cupressacea *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* si è mostrato altamente tossico nei confronti di *T. urticae* ma non si hanno notizie circa la sua azione nei confronti dei predatori fitoseidi (AHN *et al.*, 1998). Simili risultati sono stati ottenuti con gli oli essenziali presenti in una pianta di origine tropicale, *Piper aduncum* L. nei confronti dello stesso fitofago (ARAÚJO *et al.*, 2012). Prove in campo effettuate con estratti di sette piante officinali, *Haplophyllum tuberculatum*, *Deverra scoparia*, *Mentha pulegium*, *Chrysanthemum coronarium*, *Hertia cheirifolia*, *Citrus aurantium* e *Santolina*

africana hanno registrato significative riduzioni nelle popolazioni di *T. urticae* su agrumi, comparabili con quelle ottenute con acaricidi sintetici per un periodo superiore alle tre settimane (ATTIA *et al.*, 2011). D'altra parte, alcuni fitopesticidi come l'olio di neem, le quassine, l'assenzio e l'ortica si sono dimostrati innocui sia in laboratorio che in pieno campo nei confronti di diversi predatori appartenenti alla famiglia Phytoseiidae (MANSOUR *et al.*, 1987, 1993; DIMETRY *et al.*, 1994; TSOLAKIS *et al.*, 1997).

Gli oli essenziali utilizzati principalmente in prove di laboratorio, hanno mostrato un vasto spettro d'azione nei confronti sia di insetti che di acari fitofagi. L'azione acaricida nei confronti di *T. urticae* è stata dimostrata per gli oli essenziali estratti da *Lippia sidoides* (CAVALCANTI *et al.*, 2010). Tuttavia, diversi oli essenziali hanno mostrato un'azione altamente tossica anche nei confronti di *P. persimilis* (CHOI *et al.*, 2004).

Effetti tossici e repellenti nei confronti di diverse specie di insetti ed acari fitofagi sono stati riportati anche per gli oli essenziali di cumino (FRANZIOS *et al.*, 1997; KIM *et al.*, 2004; PAVLIDOU *et al.*, 2004). Questi effetti sono stati evidenti nei confronti di *T. urticae* in prove di laboratorio mentre nei confronti di *P. persimilis* l'effetto biocida è stato piuttosto blando, anche se un effetto repellente di breve durata è stato riportato nei confronti del suddetto predatore (TSOLAKIS e RAGUSA, 2008).

Il largo spettro d'azione mostrato da diversi estratti vegetali nei confronti sia di insetti che di acari fitofagi, è principalmente dovuto alla miscela di diverse molecole presente negli estratti piuttosto che alla presenza della molecola dominante dell'estratto (TSOLAKIS *et al.*, 2002). Ciò rappresenta un punto di forza di questi prodotti perché riduce al minimo le probabilità di formazione di ceppi resistenti ma, nello stesso tempo, è il principale limite per la loro commercializzazione, giacché la legislazione esistente rende economicamente insostenibile la registrazione di un prodotto con numerose sostanze attive.

CONSIDERAZIONI

L'aumento della domanda di prodotti agricoli con meno residui chimici spinge oggi la ricerca e la politica agricola nei paesi occidentali verso metodi di gestione ecocompatibili delle colture agrarie. In quest'ottica, l'uso dei fitopesticidi potrebbe rappresentare un mezzo di controllo delle popolazioni dei fitofagi perfettamente integrato con le altre tecniche ecocompatibili definite nell'ambito del controllo integrato.

L'adozione di questi prodotti nella moderna agri-

coltura aprirebbe, inoltre, nuove prospettive di sviluppo sia per le zone economicamente depresse del mondo occidentale che per i paesi del terzo mondo che potrebbero trovare nella coltivazione di queste piante una valida alternativa alle colture concorrenziali a quelle dei paesi più sviluppati.

Tuttavia, permangono alcuni problemi che ostacolano l'ampia diffusione di questi prodotti. La caratterizzazione chimica degli estratti vegetali e la definizione della miscela bioattiva risulta ancora uno dei principali problemi che può essere risolto solo dalla stretta collaborazione tra chimici ed entomologi, i quali, nella maggior parte dei casi fino ad ora, percorrono binari paralleli.

L'uniformità delle tecniche sperimentali al fine di rendere confrontabili i risultati ottenuti in laboratorio è un altro problema che lascia molti interrogativi sulla reale efficacia di diversi estratti vegetali realmente promettenti.

Un altro problema è legato alla veloce degradazione di queste sostanze in campo. Se da una parte questa caratteristica risulta positiva perché garantisce l'assenza di residui nei prodotti agricoli, dall'altra il breve tempo di permanenza sui tessuti vegetali di questi prodotti non permette un adeguato controllo delle popolazioni dei fitofagi. La ricerca di sostanze coadiuvanti o protettive per le prove in campo, per esempio la tecnica del microincapsulamento, potrebbe risolvere questo problema.

L'azione politica del mondo della ricerca integrata a quella delle organizzazioni di categoria allo scopo di modificare la legislazione attuale sui fitofarmaci, permettendo una registrazione più facile ed economica dei fitopesticidi potrebbe, infine, rappresentare la chiave di svolta verso una strategia di difesa delle colture agrarie realmente ecocompatibile.

RIASSUNTO

I metaboliti secondari con caratteristiche biocide presenti in molte piante, possono rappresentare una buona scelta per il controllo delle popolazioni dei fitofagi nei processi agricoli ecocompatibili. In particolare nelle coltivazioni gestite in regime di agricoltura biologica o biodinamica, il controllo degli acari fitofagi risulta attualmente legato solo a tecniche di controllo biologico o tecniche colturali con risultati non sempre soddisfacenti. Nella presente revisione vengono riportate notizie sull'azione di diversi estratti vegetali nei confronti di acari fitofagi, nonché notizie sugli effetti collaterali di questi estratti nei confronti di alcune specie di acari predatori.

BIBLIOGRAFIA CITATA

AHN Y-J., LEE S-B., LEE H-S., KIM G-H., 1998 – *Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and b-thujaplicine derived from Thujopsis dolabrata var. hondai sawdust.* - Journal of Chemical Ecology, 24(1): 81-90.

- ARAUJO M.J., CAMARA C.A.G., BORN F.S., MORAES M.M., BADIJ C.A., 2012 – *Acaricidal activity and repellency of essential oil from Piper aduncum and its components against Tetranychus urticae*. - Experimental and Applied Acarology, 57:139-155.
- ATTIA S., LEBDI GRISSA K., LOGNAY G., BITUME E., HANCE T., MAILLEUX A.C., 2013 – *A review of the major biological approaches to control the worldwide pest Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides*. - Journal of Pest Science, 86: 361–386.
- BOHNENSTENGEL F.I., WRAY V., WITTE L., SRIVASTAVA R.P., PROKSCH P., 1999 – *Insecticidal meliacarpins (C-seco limonoids) from Melia azedarach*. - Phytochemistry, 50 (6): 977-982.
- CASTIGLIONI E., VENTRAMIN J.D., TAMAI M.A., 2002 – *Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos derivados de Meliaceae sobre Tetranychus urticae (Koch) (Acari, Tetranychidae)*. - Agrocienca, 6(2): 75-82.
- CAVALCANTI S.C.H., DOS S. NICULAU E., BLANK A.F., CÂMARA C.A.G., ARAÚJO I.N., ALVES P.B., 2010 – *Composition and acaricidal activity of Lippia sidoides essential oil against two-spotted spider mite (Tetranychus urticae Koch)*. - Bioresource Technology, 101: 829-832.
- CHOI W-I., LEE S-G., PARK H-M., AHN Y-J., 2004 – *Toxicity of plant oils to Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) and Phytoseiulus persimilis (Acari: Phytoseiidae)*. - Horticultural Entomology, 97(2): 553-558.
- DABROWSKI Z.T., SEREDYNSKA U., 2007 – *Characterisation of the two-spotted spider mite (Tetranychus urticae Koch, Acari: Tetranychidae) response to aqueous extracts from selected plant species*. - Journal of Plant Protection Research, 47(2): 113-124.
- DIMETRY N.Z., AMER S.A.A., REDA A.S., 1993 – *Biological activity of two neem seed kernel extracts against the two-spotted spider mite Tetranychus urticae Koch*. - Journal of Applied Entomology, 116: 308-312.
- FRANZIOS G., MIROTSOU M., HATZIAPOSTOLOU E., KRAL J., SCOURAS Z.G., MAVRAGANI-TSIPIDOU P., 1997 – *Insecticidal and Genotoxic Activities of Mint Essential Oils*. - Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45: 2690-2694.
- KIM S.I., YI J.H., TAK J.H., AHN Y.J., 2004 – *Acaricidal activity of plant essential oils against Dermanyssus gallinae (Acari: Dermanyssidae)*. - Veterinary Parasitology, 120: 297-304.
- MANSOUR E., ASCHER K.R.S., 1983 – *Effects of neem (Azadirachta indica) seed kernel extracts from different solvents on the carmine spider mite, Tetranychus cinnabarinus*. - Phytoparasitica, 11(3-4): 177-185.
- MANSOUR F., ASCHER K.R.S., OMARI N., 1987 – *Effect of neem seed kernel extracts from different solvents on the predacious mite Phytoseiulus persimilis and the phytophagous mite Tetranychus cinnabarinus as well as on the predatory spider Chiracanthium mildei*. - Proc. 3rd Int. Neem Conf., Nairobi 1986, 577-587.
- MANSOUR E., ASCHER K.R.S., 1995 – *Acarina, mites*. In: Schmutterer H. (ed.), The Neem Tree - Source of Unique Natural Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes. VCH, Weinheim, Germany: 161-164.
- MANSOUR F., RAVID U., PUTIEVSKY E., 1986 – *Studies of the effects of essential oils isolated from 14 species of Labiatae on the carmine spider mite, Tetranychus cinnabarinus*. - Phytoparasitica, 14 (2): 137-142.
- MANSOUR F. A., ASCHER K. R. S., ABO-MOTH F., 1993 – *Effects of Margosan-Om, Azatin@ and RD9-Repelin@ on spiders and on predacious and phytophagous mites*. - Phytoparasitica, 21(3): 205-211.
- MORDUE (LUNTZ) A.J. BLACKWELL A., 1993 – *Azadirachtin: an update*. - Journal of Insect Physiology, 39(11): 903-924.
- PAVLIDOU V., KARPOUHTSIS I., FRANZIOS G., ZAMBETAKI A., SCOURAS Z., MAVRAGANI-TSIPIDOU P., 2004 – *Insecticidal and Genotoxic Effects of Essential Oils of Greek Sage, Salvia fruticosa, and Mint, Mentha pulegium, on Drosophila melanogaster and Bactrocera oleae (Diptera: Tephritidae)*. - Journal of Agricultural and Urban Entomology, 21(1): 39-49.
- RAGUSA DI CHIARA S., TSOLAKIS H., RAGUSA E., ALONZO G., SAIANO F., 2006 – *Effects of some botanical pesticides on Tetranychus urticae Koch (Acariformes, Tetranychidae) and its predator Cydnodromus californicus (McGregor) (Parasitiformes, Phytoseiidae) in laboratory trials*. In: Morales-Malacara J.B., Behan-Pelletier V., Ueckermann E., Pérez T.M., Estrada E., Gispert C., Badii M. (Eds.) “Acarology XI: Proceedings of the International Congress” Instituto de Biología, UNAM; Facultad de Ciencias, UNAM; Sociedad Latinoamericana de Acarología. México, 67-74.
- SCHMUTTERER H., ASCHER K.R.S., 1984 – *Natural pesticides from the neem tree (Azadirachta indica A. Juss) and other tropical plants*. - Proceedings of the 2nd International Neem Conference, Rauschholzhausen, Federal Republic of Germany 25-28 May, 1983, pp. 1-587.
- SCHMUTTERER H., ASCHER K.R.S., 1987 – *Natural pesticides from the neem tree (Azadirachta indica A. Juss) and other tropical plants*.- Proceedings: 3rd Int. Neem Conf., Nairobi, Kenya, 10-15 July, 1986, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Dag-Hammarskjöld-Weg 1+2, D 6236 Eschborn 1, 1-703.
- TSOLAKIS H., 2006 – *I fitofarmaci di origine vegetale: cenni storici, attualità e prospettive di sviluppo*. In: Ragusa S., Tsolakis H. (eds), “La difesa della vite dagli artropodi dannosi”, Marsala 10-11 ottobre 2005, 205-222.
- TSOLAKIS H., RAGUSA S., 2005 – *Laboratory evaluation of plant extracts on Tetranychus urticae Koch (Acariformes, Tetranychidae)*. - In: “Acarine Biodiversity in the Natural and Human Sphere”, G. Weigmann, G. Alberti, A. Wohltmann, S. Ragusa (eds) Phytophaga XVI (2004): 539-548.
- TSOLAKIS H., RAGUSA S., 2008 – *Effects of a mixture of vegetable and essential oils and fatty acid potassium salts on Tetranychus urticae and Phytoseiulus persimilis*. - Ecotoxicology and Environmental Safety, 70: 276-282.
- TSOLAKIS H., RAGUSA E., RAGUSA DI CHIARA S., 2002 – *Effects of neem oil (Azadirachta indica A. Juss) on Tetranychus urticae Koch (Acariformes, Tetranychidae) in laboratory tests*. In: “Acarid phylogeny and evolution. Adaptations in mites and ticks” F. Bernini, R. Nannelli, G. Nuzzaci, E. de Lillo (eds), Kluwer Academic Publishers, pp. 351-362.
- TSOLAKIS H., LETO G., RAGUSA S., 1997 – *Effects of some plant materials on Tetranychus urticae Koch (Acariformes, Tetranychidae) and Typhlodromus exilaratus Ragusa (Parasitiformes, Phytoseiidae)*.- ANPP- Fourth International Conference on Pests in Agriculture, Montpellier 6-8 January: 239-245.
- VENZON M., ROSADO M.C., MOLINA-RUGAMA A.J., SILVEIRA DUARTE V., DIAS R., PALLINI A., 2008 – *Acaricidal efficacy of neem against Polyphagotarsonemus latus (Banks) (Acari: Tarsonemidae)*. - Crop Protection, 27: 869-872.