

VALUTAZIONE DELL'EFFICACIA DI FITOFARMACI NATURALI E DELLA SUSCETTIBILITÀ VARIETALE SU FITOFAGI DEL NOCCIOLO

Guidone L.¹, Valentini N.², Moraglio S.¹, Me G.², Tavella L.¹

¹Di.Va.P.R.A. Entomologia e Zoologia applicate all'Ambiente "Carlo Vidano", Università degli Studi di Torino, luciana.tavella@unito.it; ²Dipartimento di Colture Arboree, Università degli Studi di Torino

Riassunto

In Piemonte, negli ultimi vent'anni la superficie coltivata a nocciolo, con la varietà Tonda Gentile delle Langhe (TGL), è andata ulteriormente espandendosi. Contemporaneamente è aumentato il "cimiciato", un complesso di alterazioni evidente sul seme, causato dalle punture di nutrizione delle cimici, tra cui il coreide *Gonocerus acuteangulatus*. Al contrario il principale fitofago del nocciolo, il curculionide *Curculio nukum*, comunemente noto come balanino, pur essendo presente non desta generalmente preoccupazione per la produzione corilicola piemontese. Pertanto nell'ambito del progetto CO.RI.BIO. sono state condotte indagini per i) valutare l'efficacia di insetticidi naturali nei confronti di *G. acuteangulatus*; ii) studiare la suscettibilità all'attacco del balanino di varietà di nocciolo in relazione alla loro fenologia. L'efficacia insetticida di sostanze attive (s.a.) naturali (azadiractina, piretro, rotenone, piretro+rotenone e spinosad) è stata saggiata e confrontata con quella di una s.a. di sintesi tradizionalmente impiegata per la lotta alla cimici (endosulfan), in laboratorio e semi-campo. Tuttavia la tossicità delle s.a. naturali rivela molto efficaci in laboratorio (piretro e piretro+rotenone) è apparsa notevolmente ridotta in semi-campo, al contrario della s.a. di sintesi. Per studiare la suscettibilità all'attacco del balanino di sei varietà (TGL, Daria e 101 da industria; Ennis, L35 e B6 da mensa), lo sviluppo del frutto e del seme e le caratteristiche del guscio (durezza e spessore) sono state rilevate e poste in correlazione al ciclo biologico di *C. nukum* e all'entità di danno. Adulti di balanino sono stati osservati su tutte le varietà ma in quantità maggiore su TGL e Daria, minore su 101 e B6. Al contrario l'entità di danno alla raccolta è stata bassa su TGL ed elevata su 101, risultate le varietà rispettivamente più precoce e più tardiva. La suscettibilità è quindi

strettamente correlata allo sviluppo del seme e alla durezza del guscio: infatti, un rapido indurimento del guscio ostacola l'ovideposizione da parte delle femmine di *C. nucum*.

Summary – Evaluation of the effectiveness of organic pesticides and of the varietal susceptibility on hazelnut pests.

In Piedmont (NW Italy) the hazelnut crop, with the local variety “Tonda Gentile delle Langhe” (TGL), has been increasing further in the last twenty years. At the same, the damage on kernels due to the feeding activity of bugs, in particular *Gonocerus acuteangulatus* (Heteroptera: Coreidae) has risen. On the contrary, the presence of the main hazelnut pest, the nut weevil *Curculio nucum* (Coleoptera: Curculionidae), is usually not detrimental for the local nut production. Therefore, in the frame of the project CO.RI.BIO. the research was carried out to: i) evaluate the effectiveness of organic pesticides against *G. acuteangulatus*; ii) study the susceptibility to *C. nucum* of nut varieties in relation to their phenology. The efficacy of some organic active ingredients (a.i.) (azadirachtin, pyrethrum, rotenone, pyrethrum+rotenone, and spinosad) was tested and compared with that of a synthetic a.i. widely used to control bugs on hazelnut (endosulfan), in laboratory and semi-field trials. However, the toxicity of pyrethrum and pyrethrum+rotenone, proved to be very effective in laboratory, was remarkably reduced in semi-field conditions, unlike endosulfan. To study the susceptibility to nut weevil attacks of six varieties (TGL, Daria and 101 for industrial processing; Ennis, L35 and B6 for table consumption), nut developmental stages and shell characteristics, such as hardness and thickness, were measured and correlated to the biological cycle of the nut weevil and to the damage by its larvae. Nut weevil adults were collected on all varieties, but in greater quantities on TGL and Daria, and in lower quantities on 101 and B6. By contrast, at harvest the damage was very low on TGL and very high on 101, the earliest and the latest in kernel development and shell hardening, respectively. Therefore, the susceptibility was strictly related to shell hardening; in fact, a rapid hardening of the shell can hamper the oviposition of *C. nucum* females.

Premessa

In Italia, secondo paese produttore di nocciole a livello mondiale, la superficie corilicola è concentrata in quattro regioni, Campania, Lazio, Sicilia e Piemonte, che

contribuiscono a fornire oltre il 98% della produzione nazionale. In particolare, in Piemonte la coricoltura è diffusa da lungo tempo, ma negli ultimi venti anni la superficie coltivata a nocciolo è andata ulteriormente espandendosi sia nelle Langhe e nei Roeri in provincia di Cuneo, aree tradizionalmente vocate alla coltura, sia in altre zone nelle province di Asti e di Alessandria. Nella regione la varietà maggiormente coltivata è la Tonda Gentile delle Langhe (TGL), una varietà selezionata nel corso dei secoli e particolarmente apprezzata dall'industria dolciaria per le ottime qualità organolettiche. Proprio perché la TGL è considerata una varietà di pregio, diventa estremamente importante poter ottenere un prodotto di qualità, sano ma al tempo stesso non inquinato da trattamenti chimici.

In passato, l'eriofide *Phytoptus avellanae* Nalepa, responsabile di gravi infestazioni con pesanti ripercussioni economiche nelle aree corilicole europee e turche, era ritenuto il principale fitofago del nocciolo anche in Piemonte, tale da richiedere ripetuti interventi con prodotti organici di sintesi (Arzone, 1984; Minetti *et al.*, 1986). Tuttavia, oggi le infestazioni dell'eriofide vengono efficacemente contenute con uno o due trattamenti a base di zolfo in aprile-maggio, durante la fase di migrazione dell'acaro, con tecniche quindi compatibili con i programmi di lotta biologica.

Purtroppo a partire dagli anni novanta ben più preoccupanti per la qualità della produzione corilicola locale sono divenuti gli attacchi di eterotteri pentatomidi e coreidi, comunemente noti come cimici, in grado di causare con la loro attività trofica a carico dei frutti il "cimiciato", un complesso di alterazioni evidente soltanto sul seme sgusciato, ben noto in passato nell'area siciliana (Boselli, 1932; Genduso & Mineo, 1974). Nel corso di indagini condotte nelle Langhe nel quadriennio 1995-1998 il coreide *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze) e il pentatomide *Palomena prasina* (L.) sono risultate le specie più abbondanti; l'entità di cimiciato è però apparsa più elevata nei corileti dove le popolazioni di *G. acuteangulatus* erano più consistenti (Tavella *et al.*, 2001a). Ulteriori ricerche hanno poi mostrato che entrambe le specie (ma in maggior misura *G. acuteangulatus*) possono causare alterazioni ai semi, sotto forma di macchie superficiali, di colore da biancastro a bruno, circondate da un alone più scuro e di consistenza anormale (fig. 1d), a partire da fine giugno, periodo in cui ha inizio l'accrescimento del seme (Tavella *et al.*, 2001b; 2003). Mancavano tuttavia studi su

metodologie di lotta biologica, ad esempio sull'attività insetticida di fitofarmaci di origine naturale nei confronti delle cimici.

In Piemonte il curculionide *Curculio nucum* L., comunemente noto come balanino delle nocciole, ritenuto quasi ovunque il principale fitofago del nocciolo, è presente ma è legato più a nocciolo selvatico che non a nocciolo coltivato; danni vengono rilevati solo sporadicamente e in alcune zone. La TGL sembrava essere poco colpita dal balanino; tuttavia erano carenti (e del tutto mancanti per quanto riguardava la TGL) studi sulla suscettibilità delle differenti varietà di nocciolo all'attacco di *C. nucum*. È parso quindi opportuno condurre un'indagine più approfondita sull'attività del balanino in relazione alle differenti cultivar per fornire indicazioni utili per operare una scelta varietale compatibile con una gestione biologica del corileto.

In definitiva l'agroecosistema nocciolo, caratterizzato da equilibri preesistenti relativamente stabili per la presenza di numerosi limitatori naturali (Viggiani, 1994; AliNiazee, 1998), appare particolarmente idoneo per una gestione biologica, qualora venissero individuate soluzioni per contenere i fitofagi più temibili e potenziare l'attività dei nemici naturali, quali ad esempio i predatori generalisti sinora poco indagati (Pantaleoni & Tavella, 2006). In quest'ottica diventa di fondamentale importanza la conduzione colturale del corileto, in particolare lo studio delle relazioni intercorrenti fra diversi fattori, quali scelta varietale, forma di allevamento e stato fitosanitario, al fine di ottenere una produzione qualitativamente e quantitativamente sostenibile.

Pertanto nell'ambito del progetto nazionale "Ricerche sul nocciolo finalizzate all'ottenimento di produzioni biologiche di qualità" (CoRiBio) finanziato dal MiPAF e rientrante nel Programma Nazionale Agricoltura Biologica, sono state sviluppate le seguenti tematiche di ricerca:

1. valutazione dell'efficacia di insetticidi naturali nei confronti del coreide *G. acuteangulatus*;
2. studio sulla suscettibilità all'attacco del balanino di varietà di nocciolo in relazione alla loro fenologia;
3. indagini sui predatori generalisti solitamente abbondanti nei corileti (tematica trattata in questo volume nel lavoro Loru *et al.*, 2008).

Valutazione dell'efficacia di insetticidi naturali nei confronti di *G. acuteangulatus*

Cenni su distribuzione e biologia di *G. acuteangulatus*

In Europa e Turchia eterotteri coreidi e pentatomidi sono diffusi nei corileti e, con la loro attività trofica a carico delle nocciole, possono compromettere notevolmente la qualità delle produzioni, tanto da richiedere in molte zone almeno un trattamento insetticida l'anno per il loro controllo. L'importanza di questi fitomizi varia tuttavia in funzione dell'areale di coltivazione. Il coreide *G. acuteangulatus* è segnalato in quasi tutte le regioni italiane e ampiamente diffuso in quelle meridionali, soprattutto in Sicilia dove è da sempre considerato il fitofago "chiave" (Genduso & Mineo, 1974; Siscaro *et al.*, 2006); in Campania, invece, desta preoccupazione soltanto in qualche area dell'Avellinese (Mazzone & Ragozzino, 2006). La maggior parte degli studi sul coreide sono stati condotti nei decenni passati in Italia nelle regioni meridionali (Boselli, 1932; Genduso & Mineo, 1974; Viggiani & Mazzone, 1976). A partire dagli anni '90 la specie è andata espandendosi nelle aree corilicole del Piemonte, dove contemporaneamente è stato osservato anche un incremento di frutti avariati alla raccolta (Tavella *et al.*, 2001a).

G. acuteangulatus compie una generazione all'anno e sverna come adulto. In genere, nei corileti piemontesi gli adulti (fig. 1a) compaiono in maggio e, dopo gli accoppiamenti, a partire da giugno le femmine cominciano a ovideporre; tale attività si protrae fino alla prima decade di agosto (Tavella *et al.*, 2001a). Ogni femmina depone mediamente 30-40 uova, collocandole sia su foglie, sulla pagina superiore o inferiore (fig. 1b), che su brattee ed infiorescenze (Genduso & Mineo, 1974). In relazione all'andamento climatico, gli stadi giovanili (fig. 1c) compaiono fra la seconda e la terza decade di giugno e possono completare lo sviluppo post-embrionale a carico del nocciolo. Verso fine luglio-inizio agosto avviene lo sfarfallamento dei primi adulti che permangono nei corileti sino alla stagione autunnale (Tavella *et al.*, 2001a).

Nonostante siano noti numerosi limitatori naturali di *G. acuteangulatus*, in particolare parassitoidi oofagi, quali gli imenotteri *Anastatus bifasciatus* (Geoffroy), *Gryon muscaeformis* (Nees), *G. reduviophagus* (Kozlov), *Trissolcus grandis* (Thomson) e *T. flavipes* (Thomson) (Viggiani & Mineo, 1974), non sempre questi risultano in grado di contenere efficacemente le pullulazioni del coreide, per lo meno nei corileti

piemontesi (Tavella *et al.*, 2002). Contro le cimici si rende quindi necessario il ricorso a interventi specifici di lotta.

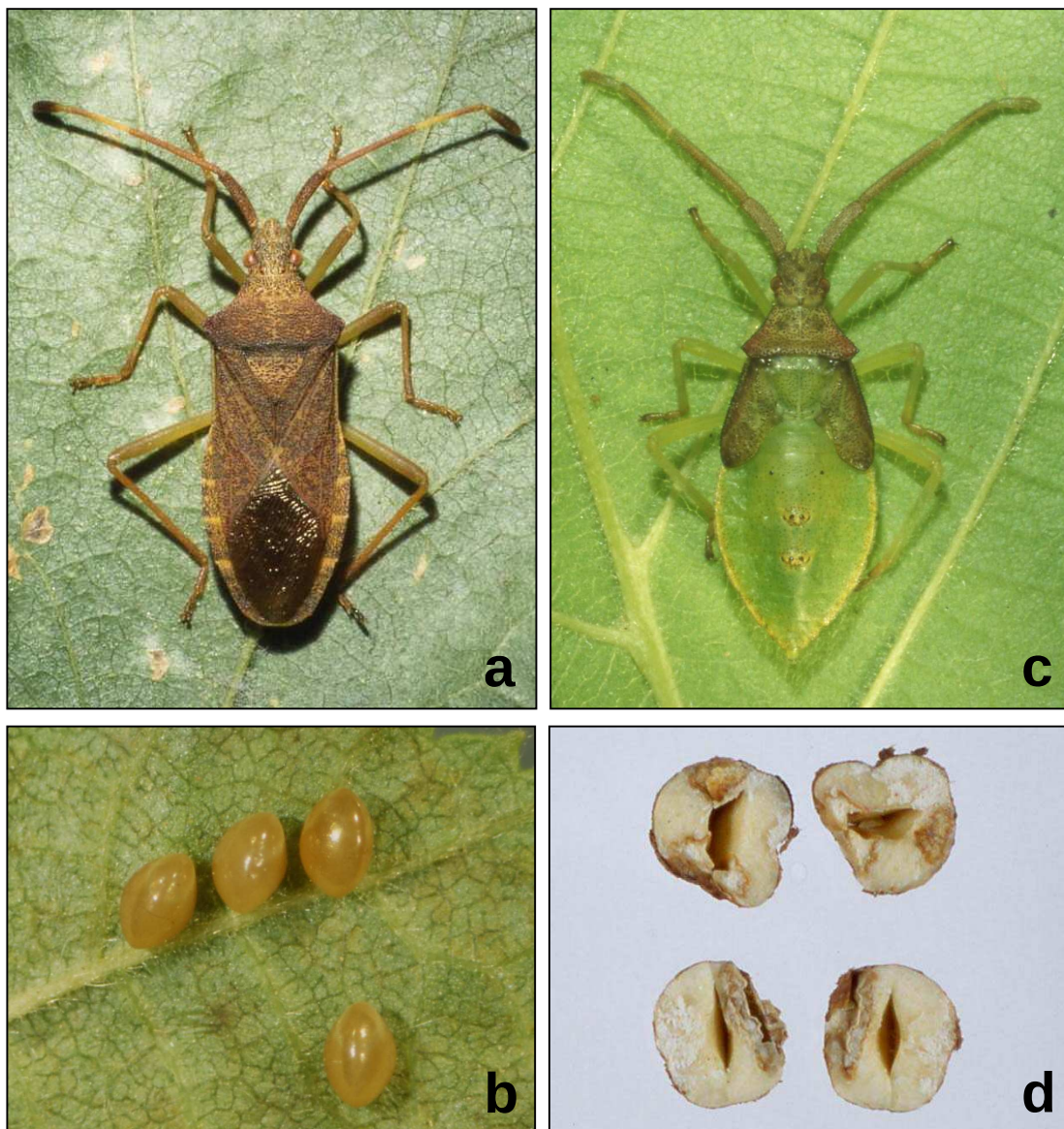


Figura 1 – *Gonocerus acuteangulatus*: adulto (a); uova (b); ninfa di 5^a età (c); alterazioni ai semi causate dalle punture di nutrizione (d).

Valutazione dell'efficacia di differenti sostanze attive

Quasi tutte le sostanze attive (s.a.) autorizzate per la difesa del nocciolo non sono di recente registrazione e spesso presentano restrizioni d'impiego, di conseguenza non sempre sono compatibili con i programmi di difesa integrata ampiamente adottati. Inoltre, a seguito dell'applicazione della Direttiva 91/414 le già scarse s.a. autorizzate su nocciolo vengono ulteriormente ridotte; infatti buona parte non sono state incluse

nell'Allegato I e pertanto sono revocate dall'uso (Conte, 2006). Nell'ottica di ottenere produzioni di qualità nel rispetto della salute umana ed ambientale è stata pertanto valutata l'efficacia insetticida di differenti s.a. naturali nei confronti del coreide *G. acuteangulatus*. La tossicità di s.a. naturali, quali azadiractina, piretro, rotenone, piretro+rotenone e spinosad, è stata saggiata e confrontata con quella di una s.a. di sintesi tradizionalmente impiegata per la lotta alla cimici, come endosulfan, in prove di laboratorio e semi-campo (Riquadro I). In laboratorio, tra le s.a. di origine naturale, piretro+rotenone e piretro sono risultati i più efficienti con una mortalità degli insetti pari a 100 e 87% rispettivamente, pressoché simile a quella ottenuta con la s.a. di sintesi, mentre azadiractina e spinosad hanno causato basse mortalità pari a 20 e 33% rispettivamente (fig. 2). Per le s.a. che hanno manifestato 48 ore dopo il trattamento una tossicità superiore a 50% è stata calcolata la DL_{50} (tab. 1). Nelle prove di semi-campo, nessuna s.a. naturale ha causato una mortalità superiore a 30%, diversamente da quanto osservato in laboratorio, mentre la s.a. di sintesi endosulfan ha mostrato un'efficacia elevata con una mortalità degli insetti pari a 90% (fig. 3).

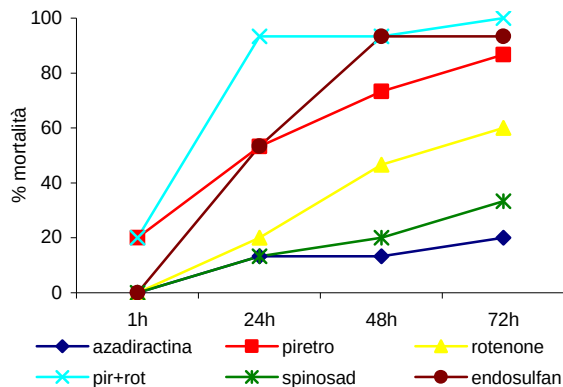


Figura 2 – Prove di laboratorio: mortalità di *Gonocerus acuteangulatus* rilevata 1, 24, 48 e 72 ore dopo il trattamento (valori corretti con la formula di Abbott).

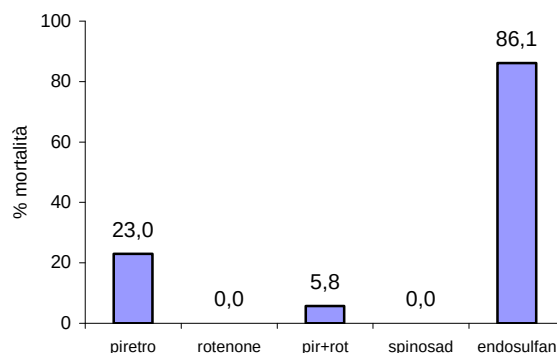


Figura 3 – Prove di semi-campo: mortalità di *Gonocerus acuteangulatus* rilevata 8 giorni dopo il trattamento (valori corretti con la formula di Abbott).

In conclusione, la tossicità delle s.a. naturali piretro e piretro+rotenone, rivelatesi efficaci in laboratorio, è apparsa notevolmente ridotta nelle condizioni di semi-campo, al contrario della s.a. di sintesi a confronto, endosulfan, che ha manifestato una buona attività insetticida in termini sia di tossicità che di persistenza anche in semi-campo. Tuttavia l'endosulfan non è stato incluso nell'Allegato I e potrà essere utilizzato per la

difesa su nocciolo ancora per breve tempo. Pertanto, poiché la revisione della normativa europea in materia di fitofarmaci cambierà il futuro panorama della difesa su nocciolo, meriterà proseguire le indagini sia per saggiare altre s.a. di origine naturale o comunque a basso impatto ambientale sia per valutare altre strategie di difesa, quali ad esempio l'impiego di piante attrattive, poiché negli agroecosistemi le cimici vengono rinvenute più spesso e in maggior quantità su piante arboree e arbustive diverse dal nocciolo.

Tabella 1 – Tossicità (DL₅₀) delle sostanze attive risultate più efficaci in laboratorio su *Gonocerus acuteangulatus*.

Sostanza attiva	n. insetti saggiati	slope±e.s.	DL ₅₀ ml f.c. ^a /l (95% l.f.)	χ ²	g.l.
piretro	120	1,76±0,57	0,61 (0,36-0,87) ^b	33,24	28
piretro+rotenone	120	2,30±0,36	1,01 (0,67-1,55)	44,39	33
endosulfan	120	6,77±1,28	0,80 (0,70-0,94)	15,80	24

^a f.c.= formulato commerciale

^b limiti fiduciali= 90%

Studio sulla suscettibilità all'attacco di *C. nucum* di differenti varietà di nocciolo

Cenni su distribuzione e biologia di *C. nucum*

In Europa e Turchia il principale fitofago del nocciolo è generalmente il curculionide *C. nucum*, o balanino delle nocciole. Questa specie è diffusa su piante sia coltivate che spontanee nella regione paleartica ed è responsabile di ingenti perdite di produzione in diverse aree corilicole di Polonia (Gantner, 2001; Wojciechowicz-Zytko, 2005), Romania (Ioachim & Bobarnac, 1997), Serbia (Milenković & Mitrović, 2001) e Turchia, dove è necessario almeno un trattamento insetticida l'anno per contenerne le infestazioni (Tuncer & Ecevit, 1997; Akça & Tuncer, 2005). In Italia l'insetto rappresenta una delle specie più temibili per la corilicoltura in Campania e in Lazio (Mazzone & Ragozzino, 2006; Scortichini, 2006), mentre risulta dannoso solo occasionalmente o in particolari annate in Sicilia (Siscaro *et al.*, 2006) e non è stato finora segnalato nei noccioli in Sardegna (Fiori *et al.*, 2006). In Piemonte *C. nucum* non costituisce un fitofago preoccupante per la corilicoltura locale (Tavella & Gianetti, 2006); sebbene sia diffuso sulle piante spontanee non sembra essere in grado di

attaccare le piante coltivate, pertanto non può essere ritenuto responsabile di gravi danni alla produzione in quest'area, dove la varietà maggiormente coltivata è la TGL.

C. nucum sverna nel terreno allo stadio di larva; in primavera gli adulti (fig. 4a) sfarfallano e inizialmente si nutrono di frutti a polpa succulenta, come ciliegie e pesche, per portarsi poi su nocciolo. In tarda primavera o inizio estate in relazione all'andamento climatico, le femmine cominciano a ovideporre; viene deposto un singolo uovo per frutto (eccezionalmente 2 o 3) all'interno di una celletta scavata con il rostro nel pericarpo delle nocciole (fig. 4b). Dall'uovo fuoriesce la larva che penetra all'interno e, nutrendosi del seme, completa il suo sviluppo. I frutti colpiti cadono al suolo precocemente e le larve mature (fig. 4c) ne fuoriescono praticando con l'apparato boccale masticatore un foro nel guscio ormai lignificato, poi si interrano per svernare. Una parte delle larve si impupa la primavera successiva, mentre una parte rimane in diapausa nel terreno per due o tre anni. I danni sono quindi provocati dalle larve che divorando completamente il seme causano pesanti perdite di produzione.

Resistenza varietale alle avversità del nocciolo

È già nota per alcune cultivar di nocciolo la resistenza, o tolleranza, a varie avversità. In particolare, per quanto riguarda i fitofagi, sono state rilevate differenti sensibilità varietali agli attacchi dell'eriofide galligeno *P. avellanae* (Me *et al.*, 2002; Tombesi & Limongelli, 2002), dell'afide *Myzocallis coryli* (Goeze) e del coccide *Parthenolecanium corni* (Bouché) (Gantner, 2005), e infine del balanino (Caramiello *et al.*, 2000; Piskornik, 1992, 1994; Wojciechowicz-Zytko, 2005). Tuttavia gli studi volti ad indagare i meccanismi alla base della resistenza sono attualmente pochi e per la maggior parte riguardanti la suscettibilità al balanino, considerato appunto la principale avversità del nocciolo. La differente sensibilità nei confronti degli attacchi del curculionide è stata finora messa in relazione al contenuto di zuccheri, amminoacidi e fenoli nell'endosperma (Piskornik, 1992, 1994) e allo spessore del guscio (Caramiello *et al.*, 2002), senza peraltro giungere a definirne con certezza le cause. La sperimentazione condotta nel biennio 2004-2005 ha avuto pertanto lo scopo di accertare i fattori predisponenti l'attacco di *C. nucum*.



Figura 4 – *Curculio nucum*: adulto (a); uovo (b); larva nell'atto di fuoriuscire dalla nocciola (c).

Valutazione della suscettibilità varietale al balanino in relazione alla fenologia

Nel campo varietale dell'Azienda Nasio della Comunità Montana Alta Langa, situata a Cravanzana (CN) sono state condotte le indagini per valutare la suscettibilità all'attacco di *C. nucum* di due cultivar, TGL (caratteristica dell'areale piemontese) ed Ennis (originaria degli Stati Uniti), e quattro selezioni, 101, 104E (=Daria), B6 e L35, ottenute attraverso miglioramento genetico dal Dipartimento di Colture Arboree dell'Università di Torino. Gli stadi di sviluppo del frutto e del seme e le caratteristiche del guscio, quali durezza e spessore, sono stati osservati e messi in correlazione, per ciascuna cultivar e selezione, con il ciclo biologico dell'insetto e il danno causato dalle

larve. I metodi adottati per rilevare gli adulti di balanino e lo stadio fenologico delle nocciole nel corso della stagione, il danno e lo spessore del guscio alla raccolta sono di seguito riportati (Riquadro II).

Da metà maggio a metà luglio adulti di balanino sono stati catturati su tutte le cultivar e selezioni indagate, sebbene in quantità maggiore su TGL e 104E e minore su 101 e B6 (tab. 2). Al contrario l'entità di danno alla raccolta è stata molto bassa su TGL e molto elevata su 101 (fig. 5). La densità di popolazione rilevata in campo sulle diverse cultivar e selezioni non è quindi risultata correlata alle relative percentuali di frutti attaccati dalle larve. Nemmeno lo spessore dei gusci misurato alla raccolta è apparso correlato alla sensibilità varietale, a differenza di quanto riportato in Caramiello *et al.* (2000); infatti L35 caratterizzata da frutti con il guscio spesso ha manifestato una suscettibilità intermedia, comunque di gran lunga superiore a quella di TGL.

Tabella 2 – Adulti di *Curculio nucum* catturati da fine maggio a fine luglio sulle cultivar e selezioni indagate nel biennio 2004-2005.

Cultivar, selezione	n. adulti catturati	
	2004	2005
TGL	23	18
101	11	7
104E	20	18
Ennis	12	13
B6	6	2
L35	12	13

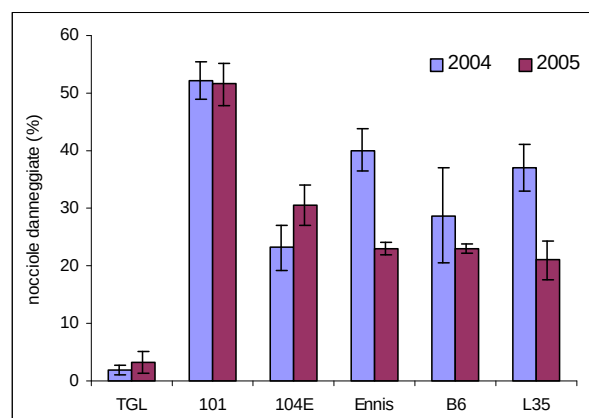


Figura 5 – Percentuale di frutti danneggiati da *Curculio nucum* nelle cultivar e selezioni indagate nel biennio 2004-2005.

La maturazione delle uova e di conseguenza il periodo di ovideposizione sono influenzati dalle condizioni climatiche; le femmine di *C. nucum* cominciano a ovideporre con temperature medie circa pari a 18°C, cioè da metà-fine giugno in Piemonte (Guidone *et al.*, 2007) e da fine maggio-inizio giugno in Italia centrale (Paparatti, 1990; Pucci, 1992). Considerando l'andamento dello sviluppo di frutti e semi (figg. 6 e 7), in particolare nel periodo in cui le femmine di *C. nucum* sono pronte per ovideporre, TGL, la varietà meno colpita, mostra un accrescimento del seme e un indurimento del pericarpo molto precoci rispetto a quelli delle altre varietà; viceversa 101, la più sensibile, mantiene il pericarpo tenero per tutto il periodo di ovideposizione.

Lo sviluppo del seme e la suscettibilità agli attacchi del balanino appaiono quindi direttamente correlati all'indurimento del guscio.

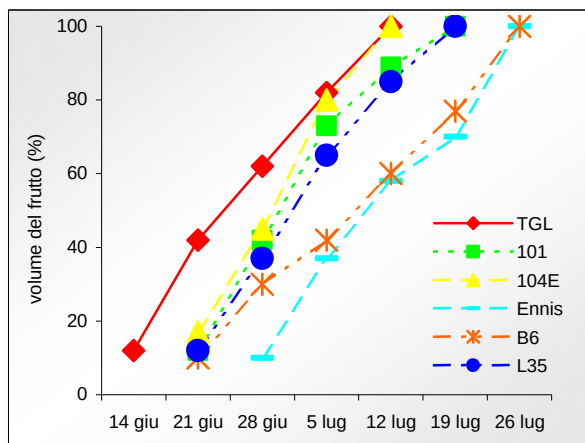


Figura 6 – Accrescimento del frutto, espresso come percentuale del volume raggiunto alla raccolta, nelle cultivar e selezioni oggetto dello studio.

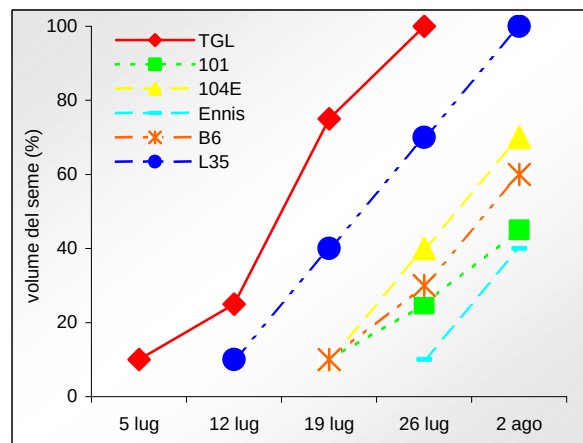


Figura 7 – Accrescimento del seme, espresso come percentuale del volume raggiunto alla raccolta, nelle cultivar e selezioni oggetto dello studio.

Un precoce sviluppo del seme e di conseguenza un rapido indurimento del pericarpo possono divenire pertanto uno dei criteri da considerare nella selezione di nuove cultivar produttive per diminuirne la suscettibilità al balanino, tenendo conto che l'ovideposizione dell'insetto avviene quando il pericarpo del frutto è ancora relativamente morbido. Insieme alle varie caratteristiche che vengono già ricercate, come produttività, qualità agronomica, tecnica ed organolettica, resistenza o tolleranza a fitofagi e patogeni, una scarsa suscettibilità al balanino può contribuire alla realizzazione di una corilicoltura a basso impatto ambientale grazie alla minor necessità di ricorrere a interventi chimici di lotta.

Lavori citati

- AKÇA I., C. TUNCER, 2005. Biological control and morphological studies on nut weevil (*Curculio nucum* L. Col., Curculionidae). *Acta Horticulturae*, **686**, 413-419.
- ALINIAZEE M.T., 1998. Ecology and management of hazelnut pests. *Annual Review of Entomology*, **43**, 395-419.

- ARZONE A., 1984. Due fitomizi dannosi al nocciuolo: l'acaro delle gemme e il miride degli amenti. *Atti Convegno Internazionale del Nocciuolo*, Avellino, Italy, 22-24 settembre 1983, 199-204.
- BOSELLI F., 1932. Studio biologico degli Emitteri che attaccano le Nocciuole in Sicilia. *Bollettino del Laboratorio di Zoologia generale ed agraria di Portici*, **26**, 142-309.
- CARAMIELLO R., G. ME, L. RADICATI, 2000. Structure and characteristics of the hazelnut shell in different cultivars and their agronomic and industrial influence. *Acta Horticulturae*, **517**, 195-205.
- CONTE E., 2006. Il nocciuolo come coltura minore: problematiche relative alla difesa fitosanitaria. *Petria*, **16** (1), 149-158.
- FIORI M., L. LORU, P.M. MARRAS, S. VIRDIS, 2006. Le principali avversità del nocciuolo in Sardegna. *Petria*, **16** (1), 71-88.
- GANTNER M., 2001. Occurrence of hazelnut pests in southeastern Poland. *Acta Horticulturae*, **556**, 469-477.
- GANTNER M., 2005. Susceptibility of large-fruited hazel cultivars grown in Poland to major pest and their crop productivity. *Acta Horticulturae*, **686**, 377-384.
- GENDUSO P., G. MINEO, 1974. Difesa del Nocciuolo dagli artropodi dannosi. X. Ricerche bio-etologiche sul *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze) (Rhynchotheteroptera-Coreide). *Boll. Istit. Ent. agr. Osserv. Fitopat. Palermo*, **9** (1977), 23-75.
- GUIDONE L., N. VALENTINI, L. ROLLE, G. ME, L. TAVELLA, 2007. Early nut development as a resistance factor to the attacks of *Curculio nucum* (Coleoptera: Curculionidae). *Annals of Applied Biology*, 150: 323-329.
- IOACHIM E., B. BOBARNAC, 1997. Research on the hazelnut pests in Romania. *Acta Horticulturae*, **445**, 527-536.
- LORU L., P.M. MARRAS, L. GUIDONE, A. SASSU, L. TAVELLA, R.A. PANTALEONI, 2008. Predatori generalisti in nocciuoli piemontesi e sardi. (questo volume, 113-141).
- MAZZONE P., A. RAGOZZINO, 2006. Le principali avversità del nocciuolo in Campania. *Petria*, **16** (1), 19-30.
- ME G., C. ME, M.L. MIAJA, O. NASSI, R. VALLANIA, 2002. Indagine sulla resistenza all'eriofide in *Corylus avellana* L. mediante tecniche molecolari: risultati preliminari. *Atti 2° Convegno Nazionale sul Nocciuolo, Giffoni*, 252-261.

- MILENKOVIĆ S., M. MITROVIĆ, 2001. Hazelnut pests in Serbia. *Acta Horticulturae*, **556**, 403-406.
- MINETTI G., G. MOZZONE, S. PELLEGRINO, 1986. Esperienze di lotta guidata all'Eriofide del nocciolo (acaro delle gemme). *Informatore agrario*, **42** (21), 71-73.
- PANTALEONI R.A., L. TAVELLA, 2006. Gli artropodi utili nei corileti italiani. *Petria*, **16** (1), 135-148.
- PAPARATTI B., 1990. *Balaninus nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Catture di adulti ed analisi dell'infestazione condotte nell'areale del Lago di Vico (Viterbo) nel biennio 1989-90. *Frustula entomologica*, **13** (26), 93-112.
- PISKORNIK Z., 1992. Observation on the resistance of the hazelnut (*Corylus avellana* L.) to the hazelnut weevil (*Curculio nucum* L., Coleoptera, Curculionidae). *Acta Horticulturae*, **317**, 163-170.
- PISKORNIK Z., 1994. Relationship between the resistance of hazelnut cultivars to the hazelnut weevil and the content of sugars, amino acids, and phenols in the endocarp tissue of growing nuts. *Acta Horticulturae*, **351**, 617-624.
- PUCCI C., 1992. Studies on population dynamics of *Balaninus nucum* L. (Col., Curculionidae) noxious to the hazel (*Corylus avellana* L.) in Northern Latium (Central Italy). *Journal of Applied Entomology*, **114**, 5-16.
- SCORTICHINI M., 2006. Le principali avversità del nocciolo nel Lazio. *Petria*, **16** (1), 31-44.
- SISCARO G., S. LONGO, V. CATARA, G. CIRVILLERI, 2006. Le principali avversità del nocciolo in Sicilia. *Petria*, **16** (1), 59-70.
- TAVELLA L., G. GIANETTI, 2006. Le principali avversità del nocciolo in Piemonte. *Petria*, **16** (1), 45-58.
- TAVELLA L., C. SONNATI, A. ARZONE, 2001a. Rilevamento di coreidi e pentatomidi in corileti piemontesi (Heteroptera). *Informatore fitopatologico*, **51** (3), 55-59.
- TAVELLA L., M.L. MIAJA, C. SONNATI, A. ARZONE., 2001b. Influence of bug feeding activity on hazelnut in north-western Italy (Heteroptera Coreidae and Pentatomidae). *Acta Horticulturae*, **556**, 461-467.
- TAVELLA L., E. BUSATO, S. GROSSO, M. MIGLIARDI, 2002. Survey on egg-parasitoids of hazelnut bugs in north-western Italy. *6th International Symposium on Egg Parasitoids, Perugia, Italia, 15-18 settembre*, 63-64.

- TAVELLA L., M. MIGLIARDI, C. SONNATI, M.L. MIAJA, 2003. Effetti dell'attività trofica delle cimici sulle nocciole in relazione al periodo di attacco. *Informatore fitopatologico*, **53** (11), 47-51.
- TOMBESI A., F. LIMONGELLI, 2002. Varietà e miglioramento genetico del nocciolo. *Atti 2° Convegno Nazionale sul Nocciolo, Giffoni*, 11-27.
- TUNCER C., O. ECEVIT, 1997. Current status of hazelnut pests in Turkey. *Acta Horticulturae*, **445**, 545-552.
- VIGGIANI G., 1994. Predatori e parassitoidi utili nell'agroecosistema nocciolo. *Acta Horticulturae*, **351**, 583-589.
- VIGGIANI G., P. MAZZONE, 1976. Osservazioni sugli Eterotteri dannosi alle nocciole in Campania. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria "Filippo Silvestri", Portici*, **33**, 241-258.
- VIGGIANI G., G. MINEO, 1974. Difesa del nocciolo dagli artropodi dannosi. VI. Identificazione dei parassitoidi del *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze). *Bollettino dell'Istituto di Entomologia Agraria e dell'Osservatorio di Fitopatologia di Palermo*, **8** (1976), 143-163.
- WOJCIECHOWICZ-ZYTKO E., 2005. Infestation of hazel nuts by hazelnut weevil (*Curculio nucum* L., Coleoptera, Curculionidae) in Poland. *Journal of Plant Protection Research*, **45** (2), 59-61.

Didascalia delle figure

Figura 1 – *Gonocerus acuteangulatus*: adulto (a); uova (b); ninfa di 5^a età (c); alterazioni ai semi causate dalle punture di nutrizione (d).

Figura 2 – Prove di laboratorio: mortalità di *Gonocerus acuteangulatus* rilevata 1, 24, 48 e 72 ore dopo il trattamento (valori corretti con la formula di Abbott).

Figura 3 – Prove di semi-campo: mortalità di *Gonocerus acuteangulatus* rilevata 8 giorni dopo il trattamento (valori corretti con la formula di Abbott).

Figura 4 – *Curculio nucum*: adulto (a); uovo (b); larva nell'atto di fuoriuscire dalla nocciola (c).

Figura 5 – Percentuale di frutti danneggiati da *Curculio nucum* sulle cultivar e selezioni indagate nel biennio 2004-2005.

Figura 6 – Accrescimento del frutto, espresso come percentuale del volume raggiunto alla raccolta, nelle cultivar e selezioni oggetto dello studio.

Figura 7 – Accrescimento del seme, espresso come percentuale del volume raggiunto alla raccolta, nelle cultivar e selezioni oggetto dello studio.

Riquadro I

Modalità di esecuzione delle prove di lotta

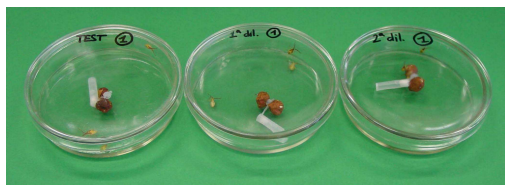
Sostanze attive (s.a.) saggiate nel confronti di *G. acuteangulatus*

Le s.a. saggiate nelle prove di laboratorio e semi-campo sono di seguito riportate con i relativi formulati commerciali e dosi di etichetta.

Sostanza attiva	formulato commerciale (ditta)	dose di etichetta (ml/l)	saggiata in	
			laboratorio	semi-campo
azadiractina	Neemazal-T/S (Intrachem Italia)	2,50	×	
piretro	Biopiren Plus (Intrachem Italia)	1,50	×	×
rotenone	Bioroten (Intrachem Italia)	3,00	×	×
piretro+rotenone	Show (Serbios)	6,00	×	×
spinosad	Laser (Dow Agrosiences)	0,30	×	×
endosulfan	Selner (Europhyto TSA)	1,90	×	×

Prove di lotta in laboratorio

Per le prove sono state utilizzate capsule di Petri (Ø 135 mm) previamente trattate con 1ml di soluzione acquosa del prodotto, alla dose di etichetta, al cui interno sono state poi introdotte 3 ninfe di 4^a età di *G. acuteangulatus* (con un minimo di 5 ripetizioni per tesi). Dopo l'introduzione degli insetti sono stati eseguiti controlli a intervalli di 1, 24, 48, 72 ore per accertare la mortalità. Per tutte le s.a. che hanno mostrato una tossicità significativa rispetto al testimone non trattato è stata definita la DL₅₀. Le ninfe sono state quindi poste in capsule trattate con le successive diluizioni 1:2 a partire dalla dose di etichetta. La DL₅₀ è stata poi calcolata utilizzando il *software* POLO PC (LeOra Software).



Prove di lotta in semi-campo

Le prove di semi-campo sono state svolte in un impianto di nocciolo, varietà TGL, suddiviso in parcelle, all'interno delle quali all'inizio di giugno sono stati montati 5 isolatori su rami portanti almeno 4 infiorescenze femminili. Ciascun isolatore era costituito da 2 cilindri: quello esterno in rete antiafidi, lungo 730mm e con diametro di 170mm; quello interno in rete di plastica, lungo 310mm e con diametro di 165mm, con funzione di sostegno. Ogni isolatore è stato poi chiuso alle due estremità e legato con filo animato al ramo soprastante, per impedire che il peso piegasse o spezzasse il ramo. Nella seconda metà di giugno sono stati eseguiti i trattamenti insetticidi alle dosi di etichetta all'interno degli isolatori, ad eccezione di quelli nelle parcelle testimoni che non sono stati trattati. A distanza di 3 ore dal trattamento sono stati introdotti in ogni isolatore 2 adulti di *G. acuteangulatus*, la cui mortalità è stata controllata 1 e 8 giorni dopo l'introduzione.



Riquadro II

I metodi adottati per rilevare balanino, stadio fenologico delle nocciole, danno e spessore del guscio alla raccolta

Campionamento del balanino

A partire da metà maggio, gli adulti di balanino erano campionati settimanalmente scuotendo la vegetazione di 3 branche per pianta (3 piante per varietà) su un telo bianco (700×700mm) nelle prime ore del mattino (6,30-8,00). Tutti gli adulti catturati venivano trasferiti in laboratorio dove erano separati in base al sesso e contati. Inoltre, poiché era importante determinare il periodo di ovideposizione, le femmine catturate durante ciascun campionamento venivano dissezionate al fine di accertare presenza e stadio di maturazione delle uova negli ovarioli.

Rilevamento dello stadio fenologico e della durezza del guscio

Contemporaneamente alla cattura degli insetti, da metà giugno a inizio agosto, 10 nocciole per pianta (30 nocciole per varietà) venivano raccolte e trasferite in laboratorio, dove la lunghezza (L), la larghezza (W) e lo spessore (B) erano misurati mediante un calibro con una precisione di 0,1mm. Quindi, i volumi del frutto e del seme erano calcolati utilizzando la formula dell'ellissoide:

$$V = \left(\frac{4}{3}\right)\pi\left(\frac{L}{2}\right)\left(\frac{W}{2}\right)\left(\frac{B}{2}\right)$$

La durezza del guscio era misurata su 10 nocciole per varietà, prelevate casualmente dal campione raccolto durante ciascun sopralluogo, mediante un analizzatore di struttura (Universal Testing Machine TA.HD[®] Texture Analyser, Stable Micro System, Godalming, Surrey, UK). Ciascuna nocciola era collocata su una piastra e perforata usando una sonda ad ago alla velocità di 1mm s⁻¹ collegata a una cella di carico di 50kg. Il valore massimo della forza (N) necessaria per penetrare il guscio di ciascuna nocciola in posizione mediana veniva poi registrato mediante Texture Expert[®] software in dotazione allo strumento.

Stima del danno e misurazione dello spessore del guscio alla raccolta

La stima del danno causato dalle larve di *C. nucum* era effettuata sull'intera produzione delle 3 piante per varietà indagata. Il terreno sottostante le piante veniva preventivamente ripulito dai frutti cascolati per cause fisiologiche prima della raccolta. Da metà agosto a fine settembre, con cadenza settimanale, le nocciole cadute da ciascuna pianta erano quindi raccolte manualmente da terra.

In laboratorio, i frutti venivano contati, poi quelli integri venivano separati da quelli che mostravano il tipico foro di uscita della larva matura. Successivamente, i frutti integri erano sgusciati e divisi in 3 categorie: i) vuoti, ii) con semi danneggiati dalle larve di balanino, iii) con semi non danneggiati dalle larve, in cui erano compresi frutti con semi sani o danneggiati per altre cause.

Lo spessore del guscio di 10 nocciole per pianta (30 nocciole per varietà) era poi misurato sia per i frutti danneggiati da balanino che per quelli non danneggiati; su ciascuna nocciola, le misure venivano effettuate in 3 posizioni, apicale, mediana e basale, impiegando un calibro con una precisione di 0,1mm.



