

I GEORGOFILI

Quaderni

2010-XI

Sezione Centro Ovest



**LA CORILICOLTURA VITERBESE
DALLA REALTÀ LOCALE
ALLA DINAMICA EUROPEA**

I GEORGOFILI

Quaderni

2010-XI

Sezione Centro Ovest



**LA CORILICOLTURA VITERBESE
DALLA REALTÀ LOCALE
ALLA DINAMICA EUROPEA**

Viterbo, 20 - 21 settembre 2010

La corilicoltura in Italia: un patrimonio nazionale

FILIBERTO LORETI, Presidente della Sezione Centro Ovest dell'Accademia dei Georgofili

Sono particolarmente lieto di portare il saluto e dare a voi tutti il benvenuto da parte della Sezione Centro Ovest dell'Accademia dei Georgofili che ho l'onore di presiedere. È motivo di grande soddisfazione per me tenere questo convegno nella Facoltà di Agraria di Viterbo che insieme al prof. Francesco Maria Cordelli e ai colleghi scomparsi Giovanni Scaramuzzi e Gino Florenzano, abbiamo gettato le basi per la sua fondazione e la nascita del primo Corso di Laurea in Scienze Agrarie.

Da allora molta strada è stata fatta e oltre con l'ex Rettore Gian Tommaso Scarascia Mugnozza, primo docente da noi chiamato a far parte di questa Facoltà, desidero congratularmi con tutti coloro che hanno collaborato attivamente alla crescita e al formidabile sviluppo di questa giovane sede universitaria.

Il convegno di oggi, organizzato in collaborazione con l'amico Enrico Porceddu e con l'Enea, vuole fare il punto della situazione su una coltura, il nocciolo, che per il viterbese ma più in generale per il Lazio e l'intero nostro Paese, riveste una rilevante importanza sia dal punto di vista produttivo, sia per l'enorme valore ambientale e paesaggistico di questo territorio.

Infatti la corilicoltura dei Monti Cimini rappresenta una delle più importanti realtà produttive del nostro Paese, tanto che nel 2009 è stato concesso il riconoscimento comunitario "Nocciola Romana DOP".

Desidero sottolineare inoltre che questo convegno s'inserisce nell'ambito delle attività conclusive del Progetto SAFENUT della Unione Europea e coordinato dall'Enea, il quale s'incentra sulla salvaguardia, caratterizzazione e conservazione delle risorse genetiche di questa specie. In tale progetto sono coinvolti, oltre all'Italia, la Spagna, la Francia, il Portogallo, la Slovenia e la Grecia, che contribuiscono, nel loro insieme, per oltre il 90% della produzione di nocciole a livello comunitario.

Ma non vorrei dilungarmi oltre per non sottrarre tempo utile ai relatori che con la loro competenza e alta professionalità potranno brillantemente illustrare le loro relazioni sui vari aspetti previsti dal denso programma dei lavori.

Pertanto desidero rinnovare a voi il mio più cordiale benvenuto, insieme agli auguri di buon lavoro.

Il ruolo della AOP nello sviluppo della corilicoltura viterbese

EMILIO CONTARDO, Presidente AOP Nocciola Italia Soc. Consortile Srl

Sono oggi qui a portare il mio saluto agli intervenuti a questa importante assise quale Presidente della AOP Nocciola Italia, la Società Consortile che si è costituita nel 2009 tra le tre ormai storiche Organizzazioni di Produttori del territorio, l'Assofrutti, l'Apronvit e l'Apnal.

L'AOP Nocciola Italia rappresenta oggi di fatto nove Cooperative, oltre a 2.500 produttori, ovvero circa 11.000 ettari, il 63% della corilicoltura viterbese.

La storia della politica agricola della frutta in guscio, e quindi della nocciola, nasce all'inizio degli anni 70 quando il comparto fu inquadrato dalla Commissione Europea nell'OCM ortofrutta con il reg. (CEE) 1035/72.

Successivi regolamenti, tutti risalenti alla fine degli anni 80, introdussero specifiche misure di sostegno nella ormai piena consapevolezza che tale comparto, non eccedentario, generava ricchezza e significativi flussi di esportazioni. È in quel periodo che la Commissione Europea introdusse anche sostegni organizzativi e finanziari il più importante dei quali, fu il contributo alle spese di costituzione e funzionamento delle Associazioni dei Produttori Ortofrutticoli (APO) specializzate nella produzione e nella commercializzazione della frutta in guscio.

Va detto, e questo è stato di fatto la vera e propria chiave di volta di tutto il processo, che l'erogazione dell'aiuto era condizionata all'adozione di un piano per il miglioramento della qualità e della commercializzazione.

Questo sostegno fu poi ulteriormente rafforzato dapprima da un aiuto complementare erogato in proporzione alle quantità di prodotto trattate e poi da un sostegno finanziario alla costituzione del capitale d'esercizio delle APO. In questo modo si favoriva la loro costituzione garantendo la possibilità di concentrare l'offerta, scaglionare l'immissione del prodotto sul mercato e valorizzare la qualità dei prodotti.

Nascono quindi sul territorio, a metà degli anni 90, le Organizzazioni di Produttori che nell'ordine rispondono ai nomi di Assofrutti, Apronvit e Apnal.

Queste, fino all'anno 2004, hanno dato attuazione ai Piani di Miglioramento e successivamente, ai Piani Operativi.

La provincia di Viterbo e in particolare il comprensorio dei Monti Cimini rappresenta, come ben sappiamo, la principale area corilicola italiana. La produzione locale assicura la pressoché totalità della produzione della regione Lazio, regione seconda solamente alla Campania che, con le sue produzioni estese su più realtà provinciali e in particolare Avellino e Salerno, ha ancora oggi il primato nazionale.

Nel viterbese la superficie produttiva è stimata in circa 17.600 ettari e garantisce una produzione di poco superiore a 44.000 tonnellate, con rese medie a ettaro di circa 25 quintali.

Possiamo quindi ben dire che la coltivazione in provincia di Viterbo appare molto più intensiva rispetto alla media nazionale la quale, sia pure con alcune eccezioni di rilievo, presenta una resa media inferiore a 16,5 quintali a ettaro.

Nell'aver raggiunto tali risultati ritengo non sia secondario il ruolo svolto nel corso degli anni dalle suddette Organizzazioni di Produttori e, soprattutto, dall'esser riusciti ad aver dato piena attuazione ai Piani di Miglioramento e ai Programmi Operativi, ovvero a specifiche azioni che i Servizi di Assistenza tecnica creati hanno quotidianamente sviluppato.

Voglio quindi ricordare l'adozione della lotta guidata e integrata, la razionalizzazione delle concimazioni e degli interventi agronomici a basso impatto ambientale.

A questo si aggiungono interventi atti a consentire l'adozione della doppia raccolta e, per ultimo con i Programmi Operativi, la possibilità per gli agricoltori di beneficiare di agevolazioni per l'acquisto di mezzi agricoli rispondenti alle più recenti normative sulla sicurezza nel lavoro e più rispettosi dell'ambiente.

Parallelamente le Organizzazioni hanno stabilmente messo in atto un rigido sistema di controllo della qualità sia in fase di ricevimento del prodotto sia durante il successivo periodo di stoccaggio.

Possiamo quindi ben dire che lo sforzo, ormai ventennale, messo in atto ha dato i suoi frutti garantendo quel miglioramento qualitativo e quantitativo delle produzioni che ha fatto sì che la Tuscia Viterbese, e in particolare il territorio dei Monti Cimini, sia ormai un chiaro punto di riferimento produttivo e organizzativo non solo a livello nazionale ma internazionale.

La coltura del nocciolo nel viterbese: innovazioni tecnologiche e agronomiche nel rispetto della tipicità del prodotto

Hazelnut cultivation in Viterbo province: technological and agronomic innovations preserving product's typicality

EDDO RUGINI E VALERIO CRISTOFORI

Dipartimento di Produzione Vegetale (DIPROV), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Parole chiave: *Corylus avellana* L., industria vivaistica, scelta varietale, tecnica colturale, qualità della nocciola

Keywords: *Corylus avellana* L., nursery industry, variety choice, orchard management, nut quality

Abstract

Nel viterbese si concentra oltre il 90% della superficie corilicola laziale, collocando la provincia al primo posto per importanza produttiva a livello nazionale. Nel comprensorio corilicolo provinciale, tre principali associazioni di produttori concentrano oltre il 70% del prodotto, e tramite l'impiego di contributi comunitari e regionali, ne promuovono il miglioramento con azioni mirate alla razionalizzazione del sistema produttivo e alla valorizzazione commerciale del prodotto. Tuttavia, il dominio della Turchia sul mercato internazionale, il recente interessamento alla coltura da parte di alcuni Paesi emergenti con notevoli potenzialità produttive, una certa staticità dei consumi, gli elevati costi di manodopera, l'assenza di un vivaismo su scala industriale e di programmi di miglioramento genetico mirati, sono i maggiori problemi che affliggono la corilicoltura viterbese che, se non affrontati adeguatamente, potranno pesare negativamente sull'economia di settore sin dal prossimo futuro. La coltivazione del nocciolo nel comprensorio, pur avendo fatto registrare negli ultimi decenni notevoli incrementi produttivi dovuti principalmente alla specializzazione degli impianti, lamenta ancora delle limitazioni dovute ad una certa approssimazione nell'esecuzione di alcune operazioni colturali come la gestione della chioma, la fertilizzazione e l'irrigazione, che vanno dunque migliorate e razionalizzate. Tuttavia, il contatto più stretto con le Istituzioni di ricerca, l'applicazione dei risultati scientifici che da esse ne possono derivare, la maggiore attenzione agli aspetti agro-ambientali e alle misure che li tutelano, nonché il rispetto e la valorizzazione del disciplinare di produzione del marchio DOP per la "Nocciola Romana", rappresentano dei validi strumenti per perseguire il miglioramento del comparto corilicolo provinciale.

In the Viterbo province is located more than 90% of the regional hazelnut production area, placing it at the first position in terms of national production. In this province, three major producer associations collect more than 70% of the in-shell nuts annual production, and they promote actions focus to the improvement of the production system and the commercial exploitation of the nuts, also managing european and regional financial supports. Nevertheless, Turkish domain on international market, the recent interest of new countries for hazelnut cultivation, steady nut consumptions, high cost of labour, the lack of a specialized nursery industry and of targeted breeding programs, still represent unsolved problems which can dramatically affect the future of hazelnut in Viterbo. The hazelnut cultivation in this district, despite having recorded significant yield increases in recent decades mainly due to the specialization of orchards, still has some limitations due to the lack of rationalization of the cultivation technique such as the canopy management, fertilization and irrigation, which should therefore be improved and rationalized. However, the closer contact with research institutions, the application of scientific results, the more attention to agro-environmental aspects and to related measures, as well as the respect and promotion of the DOP "Nocciola Romana", represent valuable tools to obtain the improvement in the hazelnut sector of the province.

1. PANORAMA PRODUTTIVO

L'estensione della coltivazione del nocciolo (*Corylus avellana* L.) in Italia, registrata in particolare nel ventennio 1970-80, ha avuto rilevanti ripercussioni economiche e sociali, consentendo la valorizzazione agricola di terreni marginali per la frutticoltura intensiva e nel contempo ha stabilizzato l'Italia al secondo posto nel mondo per produzione di nocciole, dopo la Turchia. Nell'ultimo decennio, anche in alcuni Paesi dell'emisfero meridionale, come Cile e Sud Africa, è emerso un interesse alla coltivazione di questa specie, mentre altri, principalmente concentrati nei Balcani e nell'area del Mar Nero, caratterizzati da una corilicoltura per lo più marginale, hanno registrato un aumento rilevante delle superfici coltivate e una razionalizzazione delle operazioni colturali ispirata al modello italiano, meccanizzazione inclusa.

In ambito nazionale la Campania detiene attualmente il primato per superficie coltivata a nocciolo, con oltre il 33% della superficie corilicola italiana, mentre il Lazio si colloca al secondo posto con il 28% (fonte Istat). La coltivazione campana di nocciolo è concentrata principalmente nelle province di Caserta, che registra un incremento della superficie coltivata sia con

l'impiego di cultivar locali come Mortarella e San Giovanni, sia di cultivar di differente provenienza, come la Tonda di Giffoni e la Tonda Gentile Romana. Incrementi di superficie si registrano anche nelle province di Napoli e Avellino e nella provincia di Salerno, area eletta per la coltivazione della cultivar Tonda di Giffoni, coltivata principalmente nelle zone collinari dei monti Picentini, anche su pendici sistemate a terrazzamenti. Di particolare interesse è la produzione corilicola del Piemonte, concentrata principalmente nelle province di Cuneo ed Asti e basata quasi esclusivamente sull'impiego della cultivar Tonda Gentile delle Langhe, che solo in quelle aree trova le condizioni idonee per esprimere al meglio le sue capacità produttive. In Sicilia, il nocciolo è coltivato principalmente nelle province di Messina e Catania, dove assolve ad importanti funzioni sociali e di difesa del suolo dall'erosione, garantendo nel contempo un reddito minimo agli agricoltori, anche se la sua coltivazione è in fase di declino per varie cause (Alberghina, 2002; Nicolosi et al., 2009). Infine, in alcune regioni italiane come la Calabria e l'Emilia Romagna, sono in corso attività indirizzate al suo rilancio culturale (Piccirillo et al., 2007; Missere e Castellari, 2007).

Fig. 1 Coltivazione del nocciolo nella caldera del Lago di Vico, presso i Monti Cimini (VT). La monocoltura caratterizza ampi tratti del paesaggio.



2. LA PRODUZIONE CORILICOLA VITERBESE

La produzione viterbese si concentra prevalentemente nell'area dei monti Cimini (Fig. 1), e rappresenta il principale comprensorio corilicolo del Lazio. In queste aree la coltura è condotta in maniera specializzata ed è basata quasi esclusivamente sull'impiego della cultivar Tonda Gentile Romana e sulla cultivar Nocchione come impollinatore principale. Circa 15 anni fa è stata introdotta la cultivar Tonda di Giffoni per le ottime caratteristiche qualitative del frutto, inizialmente come impollinatore, e successivamente per la sua minore suscettibilità alla batteriosi "moria del nocciolo", che nel decennio passato ha avuto una notevole diffusione (Scortichini et al., 1994; Varvaro, 1994). L'importanza del nocciolo nell'economia locale del Lazio, dove interessa circa 4.500 aziende con una produzione media annuale di 45.000 tonnellate di nocciole in guscio, è testimoniata anche dalla recente costituzione della DOP "Nocciola Romana" (Regolamento CE n. 667/2009 della Commissione Europea), che delimita di fatto uno dei principali centri di produzione e commercializzazione italiana di nocciole.

Nell'ultimo decennio il comparto corilicolo italiano è stato interessato da una richiesta, tra l'altro in moderata crescita, di nocciole biologiche soprattutto da parte di alcuni Paesi del centro Europa, come la Germa-

nia e la Svizzera. In tale ottica, alcune aziende corilicole, sulla spinta delle Politiche Comunitarie (misure agro-ambientali e Piani di Sviluppo Rurale), hanno optato per il regime biologico, come testimoniato dalla evoluzione registrata nella provincia di Viterbo.

Nel distretto corilicolo viterbese, infatti, la coltivazione biologica di nocciolo, che nel 1999 interessava circa 250 aziende di piccola dimensione, per una superficie complessiva di 952 ha, pari al 3,6% della superficie corilicola provinciale, è passata nel 2004 ad interessare quasi 350 aziende, per una superficie di 2.333 ha, pari al 6,8% della superficie totale (Franco e Pancino, 2009). La situazione nazionale non appare molto difforme da quella viterbese, anche se il mantenimento e l'eventuale incremento futuro delle superfici corilicole coltivate in regime biologico dipenderà dall'entità degli aiuti al reddito che i corilicoltori riceveranno, vista l'accertata minore produttività della coltura in regime biologico e la maggiore incidenza di difetti nelle nocciole, dovuta principalmente alle difficoltà di controllo di alcuni fitofagi come le cimici e il balanino.

La corilicoltura viterbese, per mantenersi concorrenziale sui mercati internazionali, necessita di un consistente miglioramento quantitativo e qualitativo delle produzioni, perseguibile sia con programmi di miglioramento genetico della sua cultivar principale, sia con la razionalizzazione delle tecniche colturali.

3. MIGLIORAMENTO GENETICO

E SCELTA VARIETALE: STATO DELL'ARTE

E PROSPETTIVE

La produzione mondiale di nocciole è basata principalmente sull'impiego di selezioni da popolazioni spontanee avvenute in passato. In particolare, le principali cultivar europee sembrano appartenere allo stesso gruppo italo-spagnolo, distinguendosi nettamente da quelle coltivate in Turchia (Boccacci et al., 2006; Boccacci et al., 2009). Negli ultimi decenni sono stati avviati alcuni programmi di Miglioramento Genetico (MG) che hanno dato luogo alla costituzione di nuove cultivar interessanti sia per le produzioni destinate all'industria che per il mercato da consumo di-

retto, come attestano i programmi condotti da circa un ventennio in Usa, presso l'Oregon State University. Il MG di questa istituzione è finalizzato alla costituzione di cultivar con nucule di qualità superiore, nonché resistenti alla malattia fungina causata da *Anisogramma anomala* (Peck) E. Müller, nota come "avvizzimento del nocciolo" (o *Eastern Filbert Blight*), che negli ultimi decenni ha causato una drastica contrazione della corilicoltura statunitense, soprattutto nello stato di Washington. Da tali programmi, sono state recentemente costituite 6 nuove cultivar, 8 impollinatori e 2 varietà a uso ornamentale (Mehlenbacher, 2009). In Europa, presso il Centro francese di ricerca dell'INRA, con sede a Bordeaux, sono state recentemente costituite 2 nuove cultivar, Corabel e Ferial, importanti per il mercato delle nocciole in guscio, e la cultivar Fewiller, caratterizzata da una tardiva deiscenza delle antere e quindi interessante come impollinatore.

Anche in Italia sono stati condotti alcuni programmi di MG che hanno portato alla costituzione, presso l'Università di Torino, di Daria, cultivar ritenuta interessante per alcune caratteristiche della nucula quali l'elevata resa in sgusciato e la facilità di distacco dei tegumenti seminali (pelabilità del seme) con la tostatura (Caramiello et al., 1994).

La realtà corilicola viterbese lamenta ancora oggi l'assenza di un programma di MG finalizzato al miglioramento della cultivar Tonda Gentile Romana. Questa, infatti, pur vantando una spiccata vocazionalità per l'ambiente laziale, presenta alcuni difetti a causa della sua natura di cultivar-popolazione che determina una certa eterogeneità delle produzioni, principalmente per il calibro del seme, per la non perfetta pelabilità dopo la tostatura e per una accentuata scalarità di maturazione delle nocciole. Questa cultivar presenta inoltre una messa a frutto piuttosto lenta, nonché una accentuata suscettibilità alla "batteriosi del nocciolo". La costituzione di selezioni migliorate da impiegare in ambiente viterbese e l'introduzione di nuove cultivar vanno dunque perseguite attraverso la realizzazione di un programma di MG mirato, basato sul modello del "gene pool", tramite una preliminare ed accurata valutazione del germoplasma da utilizzare, selezionato tra le ri-

sorse genetiche disponibili, sia di tipo coltivato che selvatico (Bacchetta et al., 2009; Kuzmanovic et al., 2009; Rugini et al., 2010a; Rugini et al., 2010b), ed impiegando contemporaneamente tecnologie classiche (incroci e selezione clonale) e moderne (selezione assistita e tecnologie *in vitro*).

4. MIGLIORAMENTO DELLE TECNICHE AGRONOMICHE

4.1 Propagazione

La messa a punto di tecniche razionali di propagazione, su base vivaistica, rappresenta un aspetto della coltura troppo spesso tenuto in scarsa considerazione dagli agricoltori e vivaisti, in particolare in ambiente viterbese (Bignami et al., 1999). L'uso diffuso di polloni autoradicali, prelevati direttamente dagli impianti esistenti, può infatti condizionare negativamente l'esito dei nuovi corileti, per l'assenza di garanzie sanitarie e per l'incertezza sui caratteri agronomici e qualitativi, in quanto spesso le varietà sono rappresentate da popolazioni clonali geneticamente difformi. Si avverte dunque la necessità di una organizzazione vivaistica capace di fornire materiale certificato, anche alla luce della presenza di focolai di "moria del nocciolo" recentemente registrati nell'area cimino-sabatina del Lazio.

L'allestimento di campi di piante madri, da cloni selezionati sicuramente sani, e lo sviluppo di un'industria vivaistica specializzata sono quindi premesse indispensabili per una futura corilicoltura di qualità. La micropropagazione, che può costituire un valido strumento per la propagazione del nocciolo, purtroppo non è stata ancora sufficientemente sperimentata sulle cultivar viterbesi (Damiano et al., 2005; Bacchetta et al., 2010); tuttavia potrebbe essere utilizzata inizialmente almeno per produrre piante libere da patogeni di superficie, da moltiplicare poi su vasta scala con tecniche di propagazione tradizionali, come la talea. Proprio tramite questa tecnica, di semplice applicazione e poco costosa, sono stati recentemente ottenuti risultati

Fig. 2 Nel viterbese la propagazione del nocciolo tramite innesto e tramite talea è completamente trascurata in quanto è uso diffuso costituire i nuovi impianti prelevando polloni autoradicati direttamente da corileti adulti.



interessanti per la Tonda Gentile Romana, notoriamente di difficile radicazione. Per questa cultivar sono state ottenute incidenze di radicazione prossime all'80% in talee prelevate all'inizio di settembre da rami dell'anno, con tecniche di taleggio tradizionali e l'impiego di trattamenti rizogeni combinati di 1.000 ppm di IBA e 1.600 ppm di putrescina (Cristofori et al., 2010a).

Un ulteriore aspetto meritevole di attenzione è quello relativo all'impiego di portinnesti non polloniferi della specie *Corylus colurna* L., per eliminare dai costi di gestione del corileto la voce "spollonatura", che attualmente incide in maniera considerevole sul bilancio aziendale, in quanto in ambiente viterbese viene eseguita per lo più manualmente o con impiego di erbicidi in più interventi. Sono in corso alcune attività sperimentali per valutare l'effetto di questi portinnesti su alcune cultivar di *Corylus avellana* L. (Ninic-To-

dorovic et al., 2009). Il *Corylus colurna*, comunemente conosciuto come "nocciolo turco", oltre a non presentare attività pollonifera, è caratterizzato da una spiccata longevità e da buona resistenza al freddo e alla siccità. Tuttavia preliminari valutazioni agronomiche a confronto con piante derivate da pollone e da "vitro", dimostrano una certa difficoltà di attecchimento dell'innesto tra le due specie (Fig. 2), mentre le piante ottenute "in vitro" presentano una crescita iniziale più lenta rispetto alle piante propagate con i metodi tradizionali. Per queste ragioni, presso il Centro di Ricerca per la Frutticoltura di Roma (CRA-FRU) è in corso una attività di selezione di potenziali portinnesti per il nocciolo derivanti, oltre che da *Corylus colurna* e da *Corylus avellana*, anche da ibridi interspecifici (Radicati, 1994), con l'obiettivo di ottenere portinnesti omogenei, affini alla cultivar Tonda Gentile Romana e capaci di favorire la precocità di messa a frutto, nonché un buon vigore iniziale delle giovani piante.

4.2 Gestione del suolo

La gestione del suolo tramite inerbimento controllato, largamente diffuso in ambiente corilicolo viterbese, è uno degli esempi di applicazione dei principi di tecnica colturale della frutticoltura integrata nel nocciolo (Bignami et al., 1999). Questa tecnica, diffusa nel Lazio a partire dagli anni 80, ha infatti ovviato in parte al problema dell'innalzamento delle polveri durante la raccolta delle nocciole per aspirazione in corileti lavorati, favorendo nel contempo la difesa del suolo dai fenomeni erosivi e dal dissesto idrogeologico, piuttosto frequenti nei nocciuleti ubicati in ambienti con pendenze elevate. È opportuno tuttavia completare alcune indagini avviate in passato sull'inerbimento artificiale nel corileto tramite semina di essenze erbacee selezionate (Caporali et al., 1994), valutandone gli eventuali effetti positivi sulla coltura e sullo stato di fertilità del suolo.

4.3 Concimazione

La produttività del nocciuleto è largamente influenzata da una corretta gestione dei piani di concimazione an-

nuale, in particolare per l'azoto, secondo quanto già accertato nei decenni passati in Spagna (Tous et al., 1994) e in Oregon (Olsen, 1997). Recentemente in Italia sono stati condotti alcuni studi finalizzati ad accertare le effettive necessità di azoto per le piante in funzione del ciclo ontogenetico annuale sia per la cultivar Tonda Gentile delle Langhe (Roversi, 1999) sia per la cultivar Tonda Gentile Romana (Bignami et al., 2005a). Tuttavia le informazioni scaturite per quest'ultima in ambiente laziale sono solo parziali e condotte sul breve periodo. È dunque auspicabile il completamento di tali indagini basate sulla determinazione del contenuto di macroelementi nei vari organi ipogei ed epigei della pianta in correlazione al suo ciclo annuale e all'ambiente di coltivazione, da condurre nel lungo periodo e in impianti di diversa età. Un'analisi approfondita di tali correlazioni può contribuire infatti a definire piani di concimazione annuale del nocciolo in ambiente viterbese, basati sulla corretta restituzione di elementi minerali in quantità analoga alle asportazioni dal frutteto, nonché di definire correttamente l'epoca di somministrazione frazionata dei concimi, in funzione delle fasi fenologie e delle effettive necessità della coltura. Tale ultimo aspetto è più che mai indispensabile, insieme ad una accurata scelta di formulati commerciali idonei (concimi a lento rilascio, organo-minerali e organici), in particolare per la corilicoltura della caldera del lago di Vico, indicata di recente come principale causa di eutrofizzazione delle acque lacustri. Per un'appropriata definizione dei piani di concimazione, oltre all'analisi delle effettive asportazioni della pianta, è opportuno promuovere sistematicamente periodiche analisi fisico-chimiche e microbiologiche del suolo (Dell'Abate et al., 2009), abbinate alla diagnostica fogliare durante tutta la stagione vegeto-produttiva. È infine opportuno definire gli effetti positivi legati alla somministrazione fogliare di alcuni microelementi come il boro, ferro, calcio e magnesio sulle caratteristiche vegeto-produttive della Tonda Gentile Romana, similmente a quanto è stato recentemente attuato in Spagna per la cultivar Negret (Tous et al., 2005)

ed in Oregon per la cultivar Barcelona (Cakca et al., 2009; Olsen et al., 2009), per determinare correttamente i quantitativi da somministrare e l'epoca più idonea.

4.4 Irrigazione

Il nocciolo è una specie sensibile alla carenza idrica e presenta bassa capacità di regolazione stomatica. Condizioni di stress idrico determinano, dunque, una diminuzione della funzionalità fogliare e della capacità assimilativa della chioma, influenzando negativamente la crescita e la produttività della pianta ed alcune caratteristiche tecnologiche del frutto, come l'aumento del "vuoto" e la diminuzione della resa allo sgusciato (Tombesi e Rosati, 1997). Il complesso ciclo annuale del nocciolo, caratterizzato nel periodo giugno-agosto dalla sovrapposizione di diversi impegnativi processi di crescita e di sviluppo, richiede un adeguato livello di disponibilità idrica, fattore indispensabile per attenuare i fenomeni di competizione tra i vari organi della pianta. Per questo motivo, da diversi anni, è stata introdotta l'irrigazione a goccia nelle aree viterbesi caratterizzate da irregolare disponibilità idrica naturale (Bignami e Cammilli, 2002).

Al fine di poter valutare il ruolo dell'irrigazione sul comportamento vegeto-produttivo della Tonda Gentile Romana, sono state recentemente condotte dal Dipartimento di Produzione Vegetale dell'Università della Tuscia alcune osservazioni nel lungo periodo a carico di un impianto in piena produzione localizzato nel viterbese. Per lo svolgimento di tali ricerche, è stato previsto l'apporto di differenti quantitativi di acqua irrigua, determinati attraverso l'adozione dei bilanci idrici con l'impiego di evaporimetro di classe A (controlli non irrigati a confronto con tesi in cui veniva restituito rispettivamente il 50, 75 e 100% dell'evapotraspirato culturale), durante le fasi critiche di crescita del seme (Bignami et al., 2009; Cristofori et al., 2010b; Cristofori et al., 2011).

Nelle condizioni ambientali in cui è stata condotta la prova, le sole piogge non erano sufficienti ad assicurare un buon sviluppo vegeto-produttivo in piante adul-

te di Tonda Gentile Romana, mentre l'irrigazione ha migliorato sensibilmente le componenti produttive della coltura. In particolare, la restituzione del 75% dell'evapotraspirato colturale ha assicurato i migliori livelli di crescita e di produttività, consentendo tra l'altro un cospicuo risparmio di acqua.

In questo ultimo decennio si sta diffondendo inoltre la tecnica della sub-irrigazione, tramite messa in posa delle ali gocciolanti ad una profondità di circa 30 cm. Tale tecnica, basata sulla somministrazione di acqua irrigua per risalita capillare, si sta rilevando più efficiente di quella a goccia o con microspruzzatori ed evita i fastidiosi intralci delle ali gocciolanti posate sulle chiome.

Da una recente ricerca condotta nel viterbese sulla coltura Nocchione, è emerso che la sub-irrigazione, oltre ad influenzare positivamente la produzione, garantisce un incremento della resa in sgusciato, confermando la validità di questa tecnica, da promuovere soprattutto nei nuovi impianti specializzati.

La strategia dell'irrigazione basata sulla stima dell'evapotraspirato colturale e dei bilanci idrici, anche attraverso la definizione di appropriati coefficienti colturali (K_c) per il nocciolo, ancora assenti per le aree viterbesi, si può dunque ritenere un metodo semplice di gestione dell'irrigazione che garantisce un soddisfacente livello produttivo e nel contempo un uso dell'acqua più razionale rispetto a quello derivato dall'approccio empirico, purtroppo ancora oggi seguito in molte aree corilicole viterbesi.

4.5 Sesti d'impianto, forme di allevamento e gestione della chioma

Il cespuglio policaule, che asseconda l'habitus naturale della specie, è la forma di allevamento tradizionalmente adottata nel viterbese per la Tonda Gentile Romana (Fig. 3). Negli impianti corilicoli del Nord America e nei nuovi impianti dei Paesi emergenti, come il Cile, si tende invece a preferire l'alberello o il vaso monocaule. Entrambi i sistemi, che consentono una densità di 400-500 piante per ettaro, presentano l'inconveniente di una lenta messa a frutto e bassa resa ad et-

taro, tanto che, per ridurre il periodo improduttivo, sono stati proposti modelli ad alta densità e a "sesto dinamico". I risultati ottenuti sono stati però disomogenei, tanto da indurre ad abbandonare le alte densità di impianto e ad orientarsi verso piantagioni con sesti di 4,0-5,0 m tra le file e 4,0-5,0 m sulla fila (Tous et al., 1994; Bignami et al., 2005b).

La necessità di una evoluzione di struttura del nocciolo, atta a ridurre lo sviluppo volumetrico della pianta, è scarsamente sentita sia perché la raccolta delle nucule viene effettuata meccanicamente a terra, sia perché gli interventi di potatura sono solitamente limitati. La gestione della chioma ancora oggi risulta carente di adeguate tecniche di potatura di produzione. Gli impianti adulti (età superiori ai 30-40 anni), diffusamente presenti nelle varie aree corilicole viterbesi, vengono sottoposti soltanto a lievi interventi di asportazione invernale dei rami secchi e delle branche senescenti o malate e all'asportazione estiva dei polloni. Con questa pratica irrazionale, nel tempo, in particolare per colture di vigoria media come Tonda Gentile Romana, si evidenziano aspetti negativi quali: la riduzione della vigoria dei germogli, un aumento del "secco", una scarsa penetrazione della luce nella chioma ed il conseguente declino della produzione, che inducono ad



Fig. 3 Pianta adulta di Tonda Gentile Romana allevata a cespuglio policaule, forma di allevamento tradizionalmente adottata nel viterbese in quanto asseconda l'habitus naturale del nocciolo.

operare drastiche potature di ringiovanimento. La relazione diretta tra lunghezza del ramo e produttività, l'effetto positivo di una buona disponibilità luminosa sull'induzione e differenziazione a fiore delle gemme e sulla produzione, e la progressiva riduzione del numero e vigore dei rami di un anno con l'invecchiamento della pianta, sono noti da tempo (Tombesi e Cartechini, 1983). Nei nocciuleti adulti potati tradizionalmente, già dalla fine di maggio, la quantità di radiazione luminosa che arriva a terra tramite la penetrazione della chioma, non supera lo 0,5% della luce incidente. Trascurare la potatura causa, quindi, la riduzione del numero di gemme a fiore all'interno della chioma con il conseguente spostamento della fascia produttiva all'esterno, l'accentuazione dell'alternanza di produzione e l'abbassamento della potenzialità produttiva soprattutto nelle parti basali della pianta la per formazione di ampie cavità improduttive.

Una revisione delle tecniche di gestione della chioma, le cui modalità di applicazione sono oggi influenzate soprattutto dalla necessità di contenere l'impiego di manodopera, è da ritenersi essenziale al fine di un miglioramento quanti-qualitativo delle produzioni. Gli interventi suggeriti negli ultimi anni dai servizi di assistenza tecnica e dai piani operativi che prevedono potature annuali di media intensità, con l'asportazione del 15-20% di legno, secondo quanto proposto da Bas-

si e Pedersoli (1983), non sono stati sufficienti nel comprensorio corilicolo viterbese ad arrestare il progressivo invecchiamento degli impianti, con conseguente riduzione della produttività, che pone il corilicoltore di fronte all'alternativa del reimpianto o della potatura drastica di ringiovanimento. Al fine di evitare queste difficili decisioni è stata recentemente valutata nel viterbese l'efficacia di interventi ordinari di maggiore intensità sugli impianti ancora efficienti, per favorire una migliore distribuzione della luce, mentre negli impianti senescenti è stata valutata la risposta della cultivar Tonda Gentile Romana a interventi cesori più drastici finalizzati ad un ringiovanimento della chioma. In un nocciueto rappresentativo dei vecchi impianti, bisognoso di interventi di ringiovanimento, piante di Tonda Gentile Romana di oltre 40 anni sono state sottoposte a interventi annuali di potatura secca per tre anni consecutivi con asportazione rispettivamente del 20% e del 40% del legno, a confronto con "testimoni" non potati. Dopo un triennio di sperimentazione è emerso che l'asportazione del 40% di legno, nel complesso moderata, ma più energica rispetto a quella normalmente applicata, mirata principalmente al rinnovo delle brachette fruttifere, ha consentito un progressivo ringiovanimento della chioma, con evidenti effetti positivi sulla produzione delle piante (Cristofori et al., 2009; Cristofori et al., 2011).



Fig. 4 Potatura meccanica del nocciuolo. Prime applicazioni sperimentali nel viterbese con interventi di taglio laterale lungo il filare (hedging) e di sommità del cespuglio (topping). A sinistra: impianto appena sottoposto ad intervento (inizio marzo). A destra: impianto in attività vegetativa (fine aprile).

In ambiente viterbese anche la sperimentazione di tecniche di potatura verde è carente, mentre in Piemonte sono state condotte alcune ricerche su nocciuleti adulti di Tonda Gentile delle Langhe, in piante allevate a cespuglio, con interventi eseguiti in differenti epoche della stagione vegeto-produttiva (aprile, maggio, giugno, luglio). Le osservazioni condotte hanno evidenziato come la potatura verde eseguita a maggio abbia fornito buoni risultati sia in termini di produzione cumulata, osservata nei tre anni successivi all'intervento, sia per caratteristiche tecnologiche superiori dei frutti e bassa incidenza dei difetti (Roversi et al., 2007; Ughini et al., 2009a).

Sempre in Piemonte sono attualmente in corso esperimenti di potatura meccanica su impianti vecchi e caratterizzati da piante di notevoli dimensioni con chiome che si intersecano. I risultati ottenuti dopo un triennio hanno evidenziato la convenienza di questa pratica per i riflessi positivi sulla quantità e qualità delle produzioni, pur limitando l'intervento a un solo taglio laterale lungo il filare (*hedging*) e quello di sommità del cespuglio (*topping*), volto a costituire una siepe anche di notevoli dimensioni, pur mantenendo ben distinta la forma cespugliosa (Sonnati et al., 2009; Ughini et al., 2009b). Sulla base dei primi risultati ottenuti in Piemonte, nel 2011 tale tecnica è stata applicata sperimentalmente anche nel viterbese (Fig. 4), in impianti di diversa età e caratterizzati da sesti ed assortimenti varietali differenti rispetto a quelli piemontesi. Gli effetti di tali prove verranno valutati nelle successive annate tramite l'osservazione del comportamento vegeto-produttivo delle piante potate meccanicamente a confronto con testimoni potati manualmente. Se le osservazioni forniranno risultati incoraggianti, tale tecnica potrà essere ulteriormente migliorata per le applicazioni ordinarie, anche in considerazione del contributo che questa potrebbe apportare nel promuovere l'utilizzo dei residui di potatura per la realizzazione di biomasse a fini energetici (Monarca et al., 2009), eliminando dunque l'annoso problema del loro smaltimento che attualmente avviene tramite bruciatura ai bordi degli appezzamenti (Fig. 5).

Fig. 5 L'eliminazione dei residui di potatura tramite bruciatura è ancora oggi la sola modalità adottata nel viterbese. L'impiego dei residui per la produzione di biomasse da impieghi energetici può favorire la gestione ecocompatibile del corileto.



4.6 Raccolta

La raccolta delle nocciole, che in passato rappresentava la voce di costo più elevata nella conduzione del corileto in quanto condotta manualmente, è ormai eseguita meccanicamente in quasi tutti i nocciuleti del viterbese. Le macchine attualmente più diffuse sono quelle aspiratrici semoventi, anche se la gamma delle proposte, sia per modalità di raccolta sia per impiantistica e versatilità, è in continua evoluzione. Nel complesso queste sono caratterizzate da buona maneggevolezza, adatte anche ad impianti di modesta superficie e a terreni in pendenza. Per tali macchine resta tuttavia da risolvere il problema dell'eccessivo sollevamento delle polveri e del miglioramento delle condizioni di sicurezza degli operatori impegnati nel cantiere di raccolta, limitando la loro esposizione al rumore e alle vibrazioni (Cecchini et al., 2010a; Cecchini et al., 2010b).

L'epoca ottimale per la raccolta corrisponde allo stadio di maturazione delle nucule, che per la Tonda Gentile Romana, nel viterbese, si protrae per quasi tutto il mese di settembre. La tanto auspicata condizione ottimale di raccolta con un unico passaggio della macchina è in contrasto con le esigenze di salvaguardia della qualità delle nocciole, che sono soggette ad alterazioni delle caratteristiche organolettiche e a un peg-

gioramento della conservabilità, se la permanenza sul terreno si prolunga eccessivamente e in caso piogge. Alla luce di queste considerazioni, e soprattutto per la scalarità di maturazione del frutto, è ormai riconosciuta la necessità di effettuare le operazioni di raccolta con almeno due passaggi a tutela della qualità del prodotto, tra l'altro raccomandate e promosse dalle associazioni di produttori, tramite conferimento di premi finanziari. La selezione di cloni di Tonda Gentile Romana a maturazione contemporanea potrebbe essere uno dei futuri obiettivi del miglioramento genetico per favorire la raccolta delle nocciole in un unico intervento, che oltre a ridurre i costi, consente di salvaguardare le caratteristiche organolettiche ed igienico-sanitarie del prodotto.

5. CONCLUSIONI

Il futuro della corilicoltura viterbese, in un quadro produttivo mondiale in espansione, è condizionato da scelte che prescindono dal contesto ambientale e geografico. Tuttavia interventi migliorativi lungo la filiera produttiva possono garantire maggiore stabilità e competitività al comparto nei confronti dei principali *competitor*, caratterizzati da notevoli potenzialità produttive.

Oggi più che in passato, gli operatori del settore si trovano a dovere conciliare aspetti, talora in contrasto, di tradizione e innovazione. I tempi di evoluzione delle scelte tecniche risentono infatti sia delle condizioni di struttura del nocciolo e dell'azienda, difficilmente modificabili a breve termine, sia della necessità di risolvere le nuove problematiche.

Una forte limitazione deriva dalla aleatorietà della situazione del mercato nazionale, che fortemente dipende dalla situazione mondiale in continua evoluzione. La posizione di dominio della Turchia, il ribasso dei prezzi in alcune annate ed i costi di manodopera elevati sono ancora le maggiori problematiche caratterizzanti la coltura del nocciolo nel viterbese come nelle altre aree produttive italiane. La ricerca di competitività sul piano commerciale viene perseguita dalle associazioni di produttori e dai servizi di assistenza tec-

nica, puntando al raggiungimento di alcuni obiettivi prioritari, supportati dagli incentivi regionali e comunitari, quali: il miglioramento della qualità per rendere il prodotto adeguato alle richieste del mercato e per aumentarne il valore; la razionalizzazione e la semplificazione del sistema produttivo per ridurre i costi di produzione; la promozione del consumo attraverso la valorizzazione commerciale del prodotto.

Il contatto con le Istituzioni di ricerca, l'attenzione agli aspetti agro-ambientali e alle misure che li tutelano rappresentano oggi alcuni degli strumenti utilizzati per perseguire il miglioramento della filiera corilicola. È necessario però ampliare le conoscenze sulla fisiologia della specie e sui fattori di produzione, per supportare scelte operative razionali. In particolare occorre contrastare il processo di invecchiamento dei noccioli che accentua i problemi sanitari e crea condizioni di inefficienza della chioma e di declino della produttività. Occorre inoltre valutare il comportamento varietale e procedere al recupero e alla conservazione del germoplasma locale quale fonte di caratteri utili. È anche indispensabile avviare programmi di miglioramento genetico mirati e promuovere lo sviluppo di una attività vivaistica per la produzione di piante certificate, nonché studiare metodi efficaci ed ecocompatibili di prevenzione e difesa dai patogeni e dagli insetti dannosi per la coltura. Le future prospettive di sviluppo includono il rafforzamento dell'impegno agro-ambientale e delle iniziative finalizzate alla sua espressione, l'ottimizzazione quali-quantitativa del prodotto e la riduzione dei costi di produzione. Tra gli interventi volti all'affermazione del prodotto locale, all'ampliamento dei consumi e all'acquisizione di un plus-valore, può contribuire anche la valorizzazione del disciplinare di produzione connesso al marchio di denominazione di origine protetta "Nocciola Romana", recentemente acquisito, quale valido strumento di tutela delle produzioni corilicole viterbesi. ■

Il presente lavoro è stato supportato dai progetti finalizzati: a) MIPAAF 2003 - D.M. 564/7303, "Studio e ottimizzazione della filiera Corilicola dell'area Cimino-Sabatina"; b) MIPAAF FRU.MED. (D.M. 212/7303/05).

BIBLIOGRAFIA

- ALBERGHINA O., (2002). *La coltura del nocciolo in Sicilia*. Atti 2° Convegno Nazionale sul Nocciolo, Giffoni V.P.: 141-145.
- BACCHETTA L., AVANZATO D., BOTTA R., BOCCACCI P., DROGUDI P., METZIDAKIS I., ROVIRA M., SILVA A. P., SOLAR A., SPERA D., ARAMINI M., DI GIOVANNI B., (2009). *First results of "SAFENUT": a European project for the preservation and utilization of hazelnut local genetic resources*. Acta Horticulturae, 845: 55-60.
- BACCHETTA L., ARAMINI M., BERNARDINI C., RUGINI E., (2010). *In vitro propagation of traditional italian hazelnut cultivars as a tool for the valorization and conservation of local genetic resources*. Hortscience, 43 (2): 562-566.
- BASSI B., PEDERSOLI A., (1983). *Prove di potatura per il recupero produttivo di un nocciolo nell'Appennino Romano*. Atti del Convegno Internazionale sul Nocciolo, Avellino, 22-24 settembre.
- BIGNAMI C., DE SALVADOR F.R., STRABBIOLI G., (1999). *Aspetti agronomici e prospettive di valorizzazione della colricoltura italiana*. Frutticoltura, 11: 16-27.
- BIGNAMI C., CAMMILLI C., (2002). *Fattori ambientali e culturali e funzionalità fogliare del nocciolo*. VI Giornate Scientifiche S.O.I., 24-25 aprile 2002, Spoleto (PG). Atti: 163-164.
- BIGNAMI C., CAMMILLI C., MORETTI G., SALLUSTI L., (2005a). *Growth analysis and nitrogen dynamics in hazelnut 'Tonda Gentile Romana'*. Acta Horticulturae, 686: 193-200.
- BIGNAMI C., BERTAZZA G., BIZZARRI S., BRUZICHES A., CAMMILLI C., CRISTOFORI V., (2005b). *Effect of high density and dynamic tree spacing on yield and quality of hazelnut*. Acta Horticulturae, 686: 263-270.
- BIGNAMI C., CRISTOFORI V., GHINI P., RUGINI E., (2009). *Effects of irrigation on growth and yield components of hazelnut (Corylus avellana L.) in central Italy*. Acta Horticulturae, 845: 309-314.
- BOCCACCI P., AKKAK A., BOTTA R., (2006). *DNA-typing and genetic relationships among European hazelnut (Corylus avellana L.) cultivars using microsatellite markers*. Genome 49, 598-611.
- BOCCACCI P., TORELLO MARINONI D., BOTTA R., ROVIRA M., (2009). *Genetic diversity and relationships among Italian and Spanish cultivars*. Acta Horticulturae, 845: 127-132.
- CACKA J.F., SMITH F., (2009). *Foliar nutrition applied at early hazelnut development shows positive yield and quality factors in the Willamette valley of Oregon*. Acta Horticulturae, 845: 343-348.
- CAPORALI F., CAMPIGLIA E., ANSELMO V., (1994). *Prospettive per l'uso di Trifolium subterraneum L. come cover crop in un nocciolo dell'Italia centrale*. Rivista di agricoltura, 4: 331-335.
- CARAMIELLO R., POTENZA A., ME G., (1994). *Caratteristiche merceologiche e biologiche di ibridi di Corylus avellana L. (TGL) x Corylus maxima Miller*. Acta Horticulturae, 351: 225-231.
- CECCHINI M., MONARCA D., GUERRIERI M., LINGERO E., BESSONE W., COLOPARDI F., MENGHINI G., (2010a). *Dust exposure for workers during hazelnut harvesting. Work safety and risk prevention in agro-food and forest systems*. Ragusa, 16-18 settembre 2010.
- CECCHINI M., MONARCA D., GUERRIERI M., LINGERO E., BESSONE W., BEDINI R., MENGHINI G., (2010b). *Noise levels for modern hazelnut harvesters. Work safety and risk prevention in agro-food and forest systems*. Ragusa, 16-18 settembre 2010.
- CRISTOFORI V., CAMMILLI C., VALENTINI B., BIGNAMI C., (2009). *Effect of different pruning methods on growth, yield and quality of the hazelnut cultivar Tonda Gentile Romana*. Acta Horticulturae, 845: 315-322.
- CRISTOFORI V., ROUPHAEL Y., RUGINI E., (2010a). *Collection time, cutting age, IBA and putrescine effects on root formation in Corylus avellana L., cuttings*. Scientia Horticulturae, 124 (2): 189-194.
- CRISTOFORI V., BIGNAMI C., GASBARRA S., RUGINI E., (2010b). *Irrigazione del nocciolo nel viterbese: sistemi irrigui localizzati per una ottimizzazione d'uso dell'acqua*. Corylus & co., Anno I, n. 2/2010: 31-38.
- CRISTOFORI V., BIGNAMI C., DE SALVADOR R., RUGINI E., (2011). *Il nocciolo in Italia: valorizzazione del prodotto e innovazione colturale per garantire competitività*. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura, 5: 44-53.
- DELL'ABATE M.T., BENEDETTI A., NARDI P., DI BARTOLOMEO E., FABRIZIO G., (2009). *Soil-plant relationships*

- in the Cimini-Sabatini hazelnut district: plant nutrition and soil fertility status. *Acta Horticulturae*, 845: 391-397.
- DAMIANO C., CATECARO E., GIOVINAZZI J., FRATTARELLI A., CABONI E., (2005). *Micropropagation of hazelnut (Corylus avellana L.)*. *Acta Horticulturae*, 686: 221-226.
- FRANCO S., PANCINO B., (2009). *Policy impact of the diffusion of organic hazelnut cultivation in the Monti Cimini area*. *Acta Horticulturae*, 845: 751-756.
- KUZMANOVIC L., DE PACE C., RUGINI E., (2009). *Allele segregation at SSR loci and allele traceability for hazelnut accession (Corylus avellana L.) from landraces grown in the Latium region (Italy)*. *Acta Horticulturae*, 845: 109-114.
- MEHELENBACHER S.A., (2009). *Genetic resources for hazelnut: state of the art and future perspectives*. *Acta Horticulturae*, 845: 33-38.
- MISSERE D., CASTELLARI D., (2007). *Al via un progetto pilota nell'Appennino reggiano*. CRPV-Dossier/Il nocciolo: 87-91.
- MONARCA D., CECCHINI M., GUERRIERI M., COLANTONI A., (2009). *Conventional and alternative use of biomasses derived by hazelnut cultivation and processing*. *Acta Horticulturae*, 845: 627-633.
- NICOLOSI E., LEOTTA G., RAITI G., (2009). *Effect of foliar fertilization on hazelnut growing in Mount Etna area*. *Acta Horticulturae*, 845: 373-378.
- OLSEN J., (1997). *Nitrogen management in Oregon hazelnuts*. *Acta Horticulturae*, 445: 236-268.
- OLSEN J., CACKA J.F., (2009). *Foliar fertilizers on hazelnuts in Oregon, USA*. *Acta Horticulturae*, 845: 349-351.
- PICCIRILLO P., PETRICCIONE M., CLASADONTE A., ROSATO T., DE LUCA A., (2007). *Problematiche e prospettive di rilancio per la coriricoltura calabrese*. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, 11: 62-66.
- RADICATI L., (1994). *Ottenimento di portinnesti non polloniferi per il nocciolo: ricerche in corso*. San Benedetto del Tronto, 22-24 giugno 1994. Atti II Giornate Scientifiche S.O.I.: 179-180.
- ROVERSI A., (1999). *Prime indagini sulle asportazioni minerali del nocciolo*. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, 61 (11): 32-34.
- ROVERSI A., MOZZONE G., SCOCCO C., TOSUN F.S., (2007). *Nocciolo: produzioni più elevate e frutti migliori con la potatura verde*. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, 4: 64-66.
- RUGINI E., CRISTOFORI V., (2010a). *Luci ed ombre sulla coriricoltura*. Informazioni dai Georgofili, n.1/2010, 4.
- RUGINI E., GUTIERREZ PESCE P., DE PACE C., (2010b). *Biodiversità e Miglioramento Genetico*. In: *La Biodiversità nell'Arboricoltura Italiana*, Atti della giornata di studio, a cura di Barone E., Di Lorenzo R., Sottile F., Palumbo Ed., pp. 67-88. ISBN 978-88-6017-082-8.
- SCORTICHINI M., ROSSI M.P., LAZZARI M., VALENTINI B., TESTA F., MICHELI R., (1994). *Moria del nocciolo nel Viterbese: indagine sulla presenza di Pseudomonas syringae pv. Avellanae*. *Informatore fitopatologico*, 1: 56-60.
- SONNATI C., UGHINI V., FACCIOOTTO G., (2009). *Prune and recycle: mechanical hazelnut pruning and energetic recovery of its biomass*. *Acta Horticulturae*, 845: 413-418.
- TOMBESI A., CARTECHINI A., (1983). *La ristrutturazione di piante adulte di nocciolo*. Atti del Convegno Internazionale sul Nocciolo, Avellino, 22-24 settembre, 405-408.
- TOMBESI A., ROSATI A., (1997). *Hazelnut response to water levels in relation to productive cycle*. *Acta Horticulturae*, 445: 269-278.
- TOUS J., GIRONA J., TASIAS J., (1994). *Cultural practices and costs in hazelnut production*. *Acta Horticulturae*, 351: 395-418.
- TOUS J., ROMERO A., PLANA J., FERRAN J., SENTIS X (2005). *Effect of nitrogen, boron and iron fertilization on yield and nut quality of 'Negret' hazelnut trees*. *Acta Horticulturae*, 686: 277-280.
- UGHINI V., ROVERSI A., MALVICINI G.L., SONNATI C., (2009a). *Effects of hazelnut summer pruning performed in different months*. *Acta Horticulturae*, 845: 363-366.
- UGHINI V., SONNATI C., MALVICINI G.L., ROVERSI A., FACCIOOTTO G., VERGANTE S., (2009b). *Ecosostenibilità della potatura meccanica del nocciolo e convenienza al recupero delle biomasse prodotte*. *Agricoltura e Ricerca: ricerca applicata in coriricoltura*. Regione Piemonte: 26-44.
- VARVARO L., (1994). *A dieback of hazelnut (Corylus avellana L.) in the North of Latium: etiology and control*. *Acta Horticulturae*, 351: 559-565.

Aspetti fitosanitari della corilicoltura nel Viterbese

Phytosanitary aspects of hazelnut cultivation in the province of Viterbo

LEONARDO VARVARO, ALFREDO FABI, PAOLO MAGRO E BRUNO PAPARATTI

Dipartimento di Protezione delle Piante, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo e Centro Studi e Ricerche sul Nocciolo e sul Castagno, Viterbo

Parole chiave: Nocciolo, malattie fungine, malattie batteriche, fitofagi

Keywords: Hazelnut, fungal diseases, bacterial diseases, pests.

Abstract

Il lavoro presenta un quadro completo sulle principali malattie e fitofagi infeudati su nocciolo nel comprensorio corilicolo del Viterbese (Alto Lazio). Nel lavoro vengono illustrati i meccanismi patogenetici, la sintomatologia e l'epidemiologia per virus, batteri e funghi fitopatogeni, nonché le caratteristiche ed i cicli biologici dei fitofagi, allo scopo di fornire agli operatori del settore validi strumenti per la gestione corretta dei nocciuleti. Su alcune patologie e fitofagi sono presentate metodiche di lotta guidata e di difesa integrata.

This paper presents a complete synthesis of the major hazelnut diseases and pests in the main Corylus cultivated area of Viterbo (northern Latium). The pathogenesis, symptomatology and epidemiology for viruses, bacteria and phytopathogenic fungi, as well as the characteristics and life cycles of pests are discussed. The aim of this work was to provide valuable tools to the farmers and technicians involved in the sector for an adequate management of hazelnut orchards. Pest management and integrated pest management are recommended for some diseases and pests.

1. INTRODUZIONE

La corilicoltura nel Viterbese è concentrata quasi completamente sui Colli Cimini, dove ha avuto un notevole sviluppo, sia in termini di superficie coltivata, arrivando quasi a coprire 19.000 ha con una resa totale di oltre 50.000 tonnellate nel 2007 (fonte: Istat). Tutto ciò è avvenuto in un periodo relativamente breve, a partire dalla fine degli anni 60 fino a oggi, quando i nocciuleti sono andati a sostituire rapidamente coltivazioni che erano state tradizionalmente presenti come

la vite, l'olivo e i pascoli. In svariate circostanze la coltivazione del nocciolo si è stabilita in zone non particolarmente vocate anche perché, considerata erroneamente una pianta rustica, si ritenne fosse indenne da particolari problematiche fitosanitarie. Del resto il tipo di coltivazione, in molti casi particolarmente intensiva, ha favorito la comparsa e la rapida diffusione di malattie fungine e batteriche nonché di parassiti animali, soprattutto insetti, che hanno spesso causato danni economici molto ingenti. Non ultimo, si sono veri-

Fig. 1 Sintomi di moria: avvizzimento di branche, piante morte, imbrunimento sottocorticale, particolare di ramo con foglie secche.



ficati negli ultimi anni delle situazioni climatiche avverse che insieme ad errate pratiche agronomico-culturali attuate dagli agricoltori, soprattutto per via di scelte economico-gestionali talvolta obbligate dal complicato mercato internazionale, hanno favorito la comparsa di alterazioni parassitarie capaci di comprometterne seriamente la produttività.

In questa trattazione viene passata in rassegna la situazione fitosanitaria della corilicoltura nel Viterbese anche alla luce delle conoscenze acquisite negli ultimi anni da ricerche effettuate dagli autori.

2. MALATTIE BATTERICHE

2.1 Moria del nocciolo

Negli anni 80 è stata riscontrata nel Lazio (Aloj *et al.*, 1987) una sindrome, nota come *moria*, il cui quadro sintomatologico era analogo a quello del “cancro batterico” del nocciolo in precedenza descritto in Grecia (Psallidas e Panagopoulos, 1979). In primavera, le piante infette presentano le foglie di colore verde pallido che, in estate, imbruniscono e seccano nel giro di una o due settimane. Branche e rami infetti vanno rapidamente incontro a morte e le foglie rimangono attaccate, anche dopo la caduta delle foglie sane. Il tessuto sottocorticale dei rami infetti appare fortemente imbrunito (Fig. 1).

Il patogeno responsabile della malattia è di natura batterica e differenti studi hanno associato la patologia a due distinti batteri fitopatogeni: *Erwinia* gruppo *amylovora* (Varvaro *et al.*, 1990) e *Pseudomonas avellanae* (Scortichini, 1992). C'è da segnalare, comunque, che dalle prove di patogenicità è risultato che i batteri artificialmente inoculati sono in grado di determinare la comparsa di sintomi di *moria* quasi esclusivamente in situazioni di stress (idrico, termico, ecc.), facendo ipotizzare che si possa trattare di una malattia a eziologia complessa (Fabi e Varvaro, 2006). Attualmente, presso l'Università degli Studi della Tuscia sono in corso ricerche per verificare tale ipotesi.

La *moria* è una malattia particolarmente distruttiva e, a oggi, non si conoscono interventi chimici curativi. Pertanto, il controllo della diffusione di questa malattia è principalmente basato sull'utilizzo di agrofarmaci preventivi e sulla attuazione di molteplici pratiche agronomico-culturali (concimazioni equilibrate, asportazione di parti infette, distruzione dei focolai d'infezione, controllo del materiale di propagazione). Anche l'apporto di sostanza organica al terreno, oltre a migliorare lo stato di salute delle piante, le rende meno recettive all'attacco dei patogeni (Balestra *et al.*, 2004), diminuendo nel tempo l'inoculo potenziale. Si spera che in un immediato futuro possa essere possibile impiegare mezzi di controllo biologico; sono tuttora in corso studi sull'efficacia di due ceppi batterici di *Pseudomonas fluorescens* e *Bacillus megaterium*, che sono risulta-

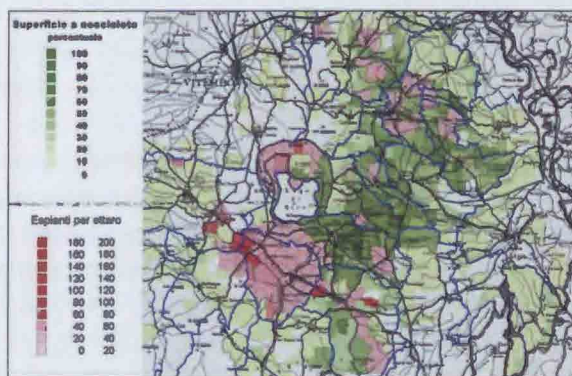


Fig. 2 Numero di piante totali estirpate a causa della moria nel periodo 1998-2004.

ti capaci di inibire *in vitro* la crescita di *P. avellanae* (Gentili *et al.*, 2008).

Per quanto riguarda gli aspetti epidemiologici, è stato effettuato uno studio nel viterbese (Fabi *et al.*, 2005) con l'impiego di tecniche geografiche informatizzate (GIS, GPS) che ha permesso:

- a) di creare un database relativo alla diffusione della *moria* nel territorio dei Colli Cimini dal 1998 al 2004;
- b) di poter constatare che tale malattia è particolarmente grave in due zone ben distinte (Fig. 2);
- c) di correlare la presenza della malattia con alcuni fattori pedoclimatici, in particolare, con le gelate tardive (Fabi e Varvaro, 2009a). Tutti questi aspetti sono stati oggetto di una specifica trattazione (Fabi e Varvaro, 2010).

Inoltre, alcuni studi svolti con l'impiego di un sistema avanzato di spettrometria aerea (A.Sp.I.S.) sembrano far ritenere promettente l'impiego di questa tecnica per effettuare una diagnosi precoce della *moria* (Fabi e Varvaro, 2009b).

È auspicabile un ampliamento degli studi per aggiornare il suddetto database e per mettere a punto la sensibilità dell'applicazione A.Sp.I.S. Quest'ultima potrebbe essere potenzialmente utile anche nello studio di altre malattie del nocciolo.

Attualmente la malattia pare in fase di regressione rispetto a 10-15 anni fa. Ciò è probabilmente conseguenza sia dell'applicazione adeguata di strategie di controllo integrate da parte degli operatori del settore, che hanno permesso di ridurre i rischi di disseminazione del batterio all'interno e tra gli impianti, sia delle condizioni climatiche che hanno caratterizzato questi ultimi anni. Tuttavia, in alcune aree, anche molto ristrette (in particolare nei Comuni di Capranica, Sutri, Vetralla, Caprarola e Ronciglione) i sintomi della malattia sono ancora evidenti e, inoltre, la cultivar più diffusa nel Viterbese, la Tonda Gentile Romana, è notoriamente molto suscettibile alla malattia.

2.2 Avvizzimento del nocciolo

Xanthomonas arboricola pv. *corylina*, agente dell'avvizzimento del nocciolo, è un patogeno da quarante-

na, iscritto nella lista A2 dell'EPPO. È stato isolato per la prima volta in Oregon (Usa) su *Corylus maxima*; in quella circostanza fu coniato il termine anglosassone "*hazelnut blight*" per descrivere i sintomi di avvizzimento che presentavano le piante. In Australia tale malattia, ancorché sottostimata, è considerata la più grave malattia del nocciolo. Essa provoca l'avvizzimento specialmente dei germogli dell'anno e, in tal modo, può compromettere la vitalità di giovani piante (fino a 4 anni di età) o danneggiare piante adulte con decrementi della produzione di nocciole. In Italia, nel Viterbese, danni consistenti vengono lamentati dai vivaisti, in quanto le piantine possono morire o diventare incommerciabili. Nei nocciolati si assiste spesso a sintomi caratteristici a carico del frutto, in particolare del suo involucro, le cui brattee presentano tacche grossolanamente circolari, all'inizio idropiche, di pochi millimetri di diametro che tendono a divenire grigiastre con margine rossiccio a maturità (Fig. 3).



Fig. 3 Sintomi causati da *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* su foglie e brattee.

Alcuni autori (Fabi e Varvaro, 2006) hanno riscontrato una certa interazione tra batteri appartenenti a diversi generi, tra i quali *X. a.* pv. *corylina*, *Erwinia* spp., *Pectobacterium* spp. e *Pseudomonas* spp.) e fattori climatici (maggiore piovosità, basse temperature invernali, gelate primaverili, ecc.). Questi ultimi diventano essi stessi fattori patogenetici. Attualmente, la diagnosi è basata su metodi tradizionali che di fatto necessitano di tempi lunghi per la risposta e non sono sensibili al punto da consentire l'accertamento dello stato sanitario del materiale di propagazione asintomatico, come riportato sul protocollo di riferimento dell'EPPO (2004)

Naturalmente in questo contesto, l'accertamento dello stato sanitario del materiale di propagazione e la certificazione dello stesso deve prevedere l'assenza anche di questo patogeno al fine di garantirne la qualità.

3. MALATTIE FUNGINE

Le malattie fungine costituiscono importanti fattori di limitazione della produzione corilicola, sia dal punto di vista qualitativo sia quantitativo, oltre a causare alterazioni a carico delle strutture legnose compromettendo la sopravvivenza della pianta *in toto*. Nella coorte dei parassiti fungini alcuni sono temibili e noti da diversi anni, anche se la loro incidenza è variabile in funzione del decorso stagionale e delle aree di coltivazione. Nell'ultimo decennio la coltura del nocciolo nel viterbese è stata interessata dalla comparsa di malattie poco od affatto ignote, alcune con natura eziologia incerta e quindi meritevoli di approfondimento, anche per gli aspetti epidemiologici. Le principali malattie presenti nell'area di coltivazione dei Monti Cimini sono:

- “mal dello stacco”, causato da *Cytospora corylicola*;
- “cancro rameale” da *Biscogniauxia mediterranea* e *Phomopsis* sp.;
- “Slow decline”, causato da *Fomitiporia mediterranea*;
- “moniliosi dei frutti”, causati da *Monilinia* spp.;
- “necrosi grigia” dei frutti e seccume dei rametti da *Fusarium lateritium*.



3.1 Mal dello stacco

Tale malattia risulta piuttosto grave e diffusa e si manifesta come rottura delle grosse branche nel punto di maggiore alterazione strutturale del legno ad opera del patogeno (Fig. 4 A). È causata da *Cytospora corilicola* ed è presente endemicamente in tutta l'area di coltivazione del nocciolo della provincia di Viterbo. La sintomatologia classica ascrivibile a *C. corylicola* si osserva subito dopo la ripresa vegetativa; sui tessuti corticali dei rami e dei polloni si manifesta sotto forma di macchie necrotiche depresse, di forma irregolare, di colore bruno-rossastro, che si spingono in profondità interessando anche i tessuti legnosi. L'infezione può interessare una parte del ramo e nei casi più gravi si può estendere a tutta la circonferenza, causando il completo disseccamento della parte sovrastante. I rami fortemente colpiti sono caratterizzati dall'essere schiacciati e da una forte compromissione della resistenza meccanica; di conseguenza eventi meteorici come il vento forte, possono causarne la rottura. Sulle branche colpite dal patogeno, con l'arrivo della primavera e il verificarsi di giornate umide sono visibili ammassi conidici, che si presentano come un insieme di gocce mucillaginose rosso aranciate, comunemente chiamate cirri (Fig. 4 B). In corrispondenza di tali ammassi l'epidermide è inscurita e tessuti sottostanti imbruniti. Il decorso della malattia è di tipo cronico; di solito non si arriva alla rottura del ramo prima di tre o quattro anni dal momento dell'infezione. Viene diffuso soprattutto dalla pioggia dilavante e penetra preferibilmente attraverso ferite che possono essere causate nel periodo primaverile-estivo. La lotta si attua in maniera preventiva raccogliendo e distruggendo i rami colpiti. Si consiglia, inoltre, di eliminare le branche ormai in stato avanzato di degenerazione e, in corrispondenza dei tagli effettuati, di disinfettare le ferite con prodotti a base di rame. Questo tipo di intervento sembra avere un discreto effetto contenitivo nei confronti dei funghi patogeni rilevati, anche se allo stesso tempo non porta a un completo risanamento. In effetti, il taglio delle branche e la loro rimozione dai noccioli diventa una pratica ripetitiva di contenimento che porta a un abbattimento dell'inoculo, senza però conseguire la risoluzione de-

finitiva del problema. È opportuno, inoltre, razionalizzare le cure colturali, allo scopo di rinvigorire la pianta, evitando però eccessive concimazioni azotate e trattando in inverno con poltiglia bordolese all'1%, senza dimenticare di disinfettare i grossi tagli di potatura, quando presenti. In conclusione, nonostante nel passato si riteneva che questa malattia si manifestasse soprattutto in nocioleti debilitati (Noviello, 1968; Varvaro, 1993), in questi ultimi anni si è riscontrata sempre più spesso in impianti relativamente giovani che precedentemente non presentavano sintomi da stress per altre cause. Inoltre, recenti indicazioni evidenziano che tale problema non è ristretto all'area Cimino-Sabatina; anche in Piemonte *C. corylicola* desta preoccupazione e l'infezione del patogeno appare in espansione anche nei nocioleti mantenuti in buone condizioni colturali (Tavella e Gianetti, 2005).

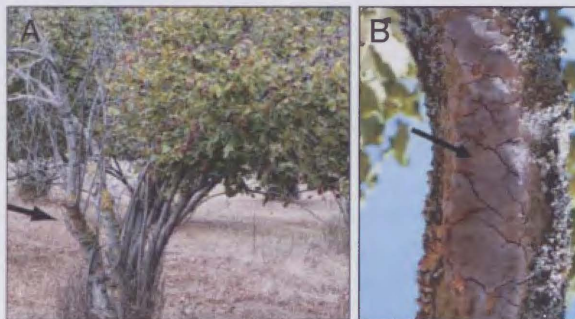


Fig. 5 Cancro rameali da *Biscogniauxia mediterranea* (a sinistra) e *Sphaeropsis malorum* (a destra) su rami di nocciolo.

3.2 Cancro rameale

In questi ultimi anni è stata rilevata la presenza nei cancri osservati su piante di nocciolo di altre due specie fungine: *Biscogniauxia mediterranea* e *Phomopsis* sp. (Fig. 5). Queste specie erano particolarmente presenti in nocioleti con alta incidenza di Mal dello stacco. Altre specie contaminanti in ordine di frequenza di isolamento, e che sono anche state trovate su gemme, fiori femminili e frutti, sia sintomatici che asintomatici, sono *Alternaria* sp., *Epicoccum* spp., *Phomopsis* sp., *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. (Magro et al., 2008a). Questi ultimi due generi sono notoriamente capaci di produrre micotossine ma in questo stesso studio gli autori hanno dimostrato che essi erano in grado di pro-

Fig. 6 Slow decline di un nocciolo destinato a morire entro 1 anno. Sulla branca morta è visibile il corpo fruttifero di *Fomitiporia mediterranea* (A). Tipico corpo fruttifero di *Fomitiporia mediterranea* (B).



durre solo nello 0,5% dei casi riscontrati. In ogni caso, si evince una presenza costante di tali patogeni sui vari organi.

3.3 Slow decline (Lento deperimento)

Recentemente, un altro fungo è risultato associato a noccioli affetti da vistosi fenomeni di deperimento lento (*slow decline*) che portavano a morte le branche principali e, nel tempo, l'intera pianta (Fig. 6). Si tratta di *Fomitiporia mediterranea*, un basidiomicete agente di carie bianca, considerato come uno degli agenti del mal dell'esca della vite. Questo patogeno è inoltre risultato coinvolto nel deperimento del legno del kiwi e in gravi fenomeni di carie su agrumi, olivo e diverse specie di piante ornamentali (Pilotti et al., 2005). È stata evidenziata una stretta associazione di tale fungo a estesi fenomeni di carie bianca nella parte basale e nelle branche di piante affette dal sopra citato deperimento (Fig. 7). In nocioleti ben curati, la tempestiva asportazione delle branche morte da parte dell'agricoltore, e la incapacità del fungo a produrre carpofori su branche ancora vive benché deperienti, potrebbe far sottostimare la presenza di *F. mediterranea*, se non addi-



Fig. 7 Gravi fenomeni di carie su organi legnosi di nocciolo, associati a *Fomitiporia mediterranea*.

Fig. 8 Attacchi di Moniliosi su frutti.



rittura farla ritenere assente. Tuttavia processi di carie bianca potrebbero essere attivi e gravi all'interno, pur se *invisibili* cioè non apprezzabili visivamente. La presenza di *F. mediterranea* su nocciolo non è sorprendente poiché numerosi sono i tagli che le piante subiscono ogni anno per l'asportazione dei polloni basali ed è ben noto che tutti i basidiomiceti si avvantaggiano grandemente di ferite per infettare con successo le piante.

3.4 Marciume bruno dei frutti o moniliosi

La moniliosi del nocciolo è prevalentemente causata da *Monilina fructigena*. I funghi di questo genere colpiscono un gran numero di ospiti, specialmente le drupacee, e il nocciolo viene attaccato solo in particolari condizioni edafico-ambientali, con clima caldo-umido (Lovisolo, 1955). I frutti, infettati molto prematuramente tendono a imbrunire e successivamente raggrinziscono (Fig. 8); questo perché la moniliosi tende a interessare soprattutto organi non ancora lignificati del pericarpo. Al contrario di quanto accade nei paesi continentali, dove la moniliosi ha spesso causato gravi fenomeni di cascola, nel Viterbese questa malattia, che si riscontra solo nei mesi estivi, presenta un'incidenza abbastanza bassa.

3.5 Necrosi grigia della nocciola

La necrosi grigia della nocciola, associata a *Fusarium lateritium*, è stata segnalata per la prima volta nel 2000 (Belisario *et al.*, 2003) a seguito del manifestarsi di intensi fenomeni di cascola dei frutti che in alcuni casi ha interessato più del 40% dei frutti presenti. La malattia sembra colpire i fiori, i frutti ma anche i rametti del nocciolo (Fig. 9). Le indagini svolte sul fiore hanno evidenziato un periodo di latenza di *F. lateritium* sul-

le gemme fiorali in grado di determinare precocemente sintomi di necrosi sui primordi dei frutti. Infatti, la finestra di suscettibilità del nocciolo nei confronti della malattia, a partire dalla fase fenologica di *allegagione* fino alla *invaiaitura*, è determinata dall'ampio intervallo di temperature utili per la crescita di *F. lateritium*, comprese tra 5-25°C. A partire da 3°C la germinabilità dei conidi consente a questa specie fungina di esplicare le proprie potenzialità patogenetiche dalle prime fasi del risveglio vegetativo del nocciolo (in pieno inverno) fino alla maturazione del frutto (in piena estate). Non sono ancora note con certezza taluni aspetti epidemiologici del fungo, le cause che predispongono la malattia, la suscettibilità dell'ospite, nonché i precisi fattori ambientali e agronomici che la influenzano. Restano ancora da chiarire i ruoli di altri agenti fungini costantemente associati a questa malattia per arrivare ad una completa definizione del quadro eziologico ed epidemiologico. Riguardo il controllo di *F. lateritium*, esistono un paio di potenziali principi attivi che potrebbero essere efficaci, come tiofanate-metile e tebuconazolo ma non sono ancora del tutto chiare le più efficaci modalità di applicazione (Magro *et al.*, 2008b). A tutto ciò si aggiunge l'ampio spettro termico di *F. lateritium*, oltre alla generalizzata suscettibilità al patogeno di quasi tutte le cultivar diffuse in Italia, che obbligano questa malattia a essere sotto stretta sorveglianza.



Fig. 9 Avvizzimento della parte apicale di un rametto di nocciolo a causa di un attacco di *Fusarium lateritium*.

Fig. 10 Sintomi da ApMV (*Apple mosaic virus*) su foglie di nocciolo.



3.6 Necrosi generalizzate

Anche altri funghi sono stati trovati associati ai fenomeni di intensa cascola che si sono verificati in questi ultimi anni. Questi funghi, isolati spesso da stigni, appartengono a specie di *Alternaria* spp., *Fusarium* spp. e *Phomopsis* sp. (Varvaro, 1993), e sono agenti generici di marciumi e necrosi a cui si aggiunge *Botrytis cinerea* Pers., agente del marciume grigio, che su nocciolo causa una fitopatia dei primordi dei frutti con esiti abortivi. Questo patogeno può causare dei danni in stagioni caldo-umide (in particolare con aprile caldo e piovoso) provocando il disseccamento dei frutticini e quindi una riduzione della produzione. Nel caso, invece, di attacco al peduncolo si può avere la disarticolazione dell'intera infruttescenza. L'incidenza della malattia è relativamente bassa e i danni spesso sono difficilmente distinguibili da quelli causati da altri fattori andando ad annoverarsi tra i danni occulti che riducono la produzione finale. Altre specie fungine riscontrate sui frutti sono *Epicoccum* spp., *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. Esse possono essere presenti anche su gemme, fiori femminili e frutti, sia sintomatici che asintomatici; per contro è stato dimostrato (Magro, 2007) che le alte temperature e la bassa U.R. sono inibenti nei confronti di alcune di esse. È probabile che, al verificarsi delle suddette condizioni, alcuni di questi patogeni possono rimanere latenti all'interno dei frutti e, a partire dal mese di agosto e per tutto il mese di settembre, si sviluppi-

no a scapito della nocciola ormai in via di maturazione: in questo modo possono risultare compromesse sia la quantità che la qualità del prodotto.

4. MALATTIE VIRALI

Per quanto riguarda i virus, sono stati riscontrati su nocciolo solamente ApMV (*Apple mosaic virus*), PNRSV (*Prunus necrotic ring spot virus*) e TAMV (*Tulare apple mosaic virus*). È da segnalare solo la presenza sporadica di ApMV sul territorio regionale (Fig. 10).

5. PRINCIPALI SPECIE FITOFAGHE

Le principali avversità entomologiche dei corileti del viterbese sono riconducibili agli Acari Eriofidi (*Phytotus avellanae*), agli Emitteri Eterotteri (cimici), ai Coleotteri Curculionidi (*Curculio nucum*), Scolitidi (*Xyleborus dispar*), Cerambicidi (*Oberea linearis*) e Buprestidi (*Agilus viridis*) (Fiori *et al.*, 2006; Mazzone *et al.*, 2006; Scortichini, 2006; Siscaro *et al.*, 2006; Tavella *et al.*, 2006).

5.1 Balanino del nocciolo

Curculio nucum L.; Coleoptera, Curculionidae

L'adulto è lungo circa un centimetro ed è caratterizzato da un lungo rostro al cui apice è presente l'apparato boccale (Fig. 11). Il rostro, nelle femmine, è di norma più lungo che nel maschio. L'insetto è coperto da una pubescenza di color ruggine.



Fig. 11 Maschio di balanino del nocciolo.

Le femmine, dopo l'accoppiamento, scavano con il rostro una piccola cavità nella nocciola in cui depongono un singolo uovo (Fig. 12). Dopo la schiusura dell'uovo, la larva si nutre del seme (Fig. 13) ed una volta raggiunta la maturità fora la nocciola (Fig. 14) e si lascia cadere al suolo per interrarsi; qui trascorre l'in-



Fig. 12 Uovo di balanino.



Fig. 13 Larva di balanino in attività trofica all'interno di una nocciola.



Fig. 14 Nocciola con foro di fuoriuscita della larva di balanino.



Fig. 15 Pupa di balanino all'interno della sua celletta nel terreno.

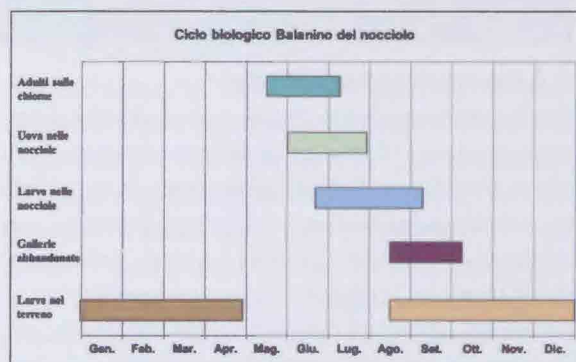


Fig. 16 Ciclo biologico del balanino del nocciolo.

verno in una celletta. In primavera le larve si impupano (Fig. 15). Dalla metà di maggio si rinvergono gli adulti sulle chiome (Fig. 16). I danni sono causati essenzialmente dall'attività di nutrizione delle larve; l'insetto risulta effettivamente dannoso solo in alcune annate (Paparatti, 1990; Pucci, 1992).

Per realizzare un controllo razionale di questo insetto devono essere effettuati campionamenti sulla popolazione adulta, con periodicità settimanale. La tecnica che permette di stimare la popolazione presente nel nocciolo consiste nello scuotere le branche alle prime luci dell'alba, dopo aver steso sotto la chioma un telo bianco. Gli adulti cadono sul telo in tanatosi e possono essere facilmente raccolti e distinti per sesso. Devono essere campionate 10 piante della stessa varietà per ettaro. Le femmine catturate verranno dissezionate allo scopo di rilevare se contengono uova ovariche pron-

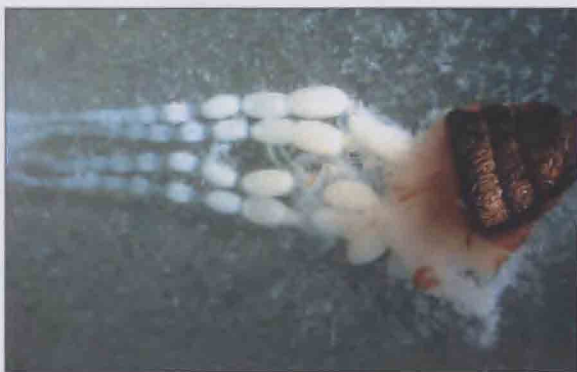


Fig. 17 Apparato riproduttivo di una femmina di balanino: in evidenza le uova negli ovaroli.

te per essere deposte (Fig. 17). La soglia di intervento è di una femmina in media con uova per pianta per settimana. Per controllare l'insetto possono essere usati i pochi insetticidi al momento registrati sul fitofago (Banca Dati SIAN) come il fungo entomopatogeno *Beauveria bassiana* (Paparatti *et al.*, 2005). Qualora si preveda di intervenire chimicamente contro questo fitofago si deve valutare anche l'impatto che questi interventi possono avere sull'artropodofauna utile, che è particolarmente abbondante nell'agroecosistema corileto (Viggiani, 1994; Pantaleoni *et al.*, 2006; Loru *et al.*, 2008).

5.2 Anisandro

Xyleborus dispar (F.); *Coleoptera, Scolytidae*

Questo insetto è un piccolo Coleottero scolitide caratterizzato da un notevole dimorfismo sessuale: le femmine infatti sono lunghe dai 3 ai 3,5 mm (Fig. 18), men-



Fig. 18 *Xyleborus dispar* femmina.



Fig. 19 *Xyleborus dispar* maschio.

tre i maschi sono più piccoli, misurando solo 2 mm di lunghezza (Fig. 19).

Le femmine volano in primavera, quando la temperatura massima raggiunge i 20° C. Queste si portano sui rami e sulle branche dei noccioli dove scavano, nel legno, gallerie di proliferazione di aspetto caratteristico (Fig. 20). Inizialmente sono perpendicolari all'asse longitudinale del tronco, poi cambiano direzione assumendo un andamento semicircolare (Fig. 21); infine da quest'ultimo tratto vengono scavate varie ramificazioni dirette sia verso l'alto sia verso il basso. Le uova vengono deposte sulla superficie interna delle gallerie, qui si sviluppa un fungo simbiote *Monilia candida* Hartig, di cui si nutrono le larve.

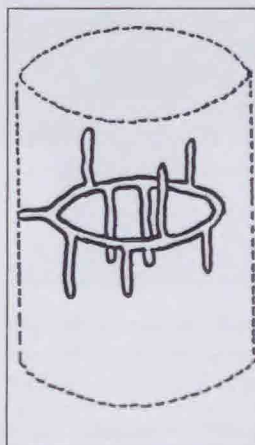


Fig. 20 Rappresentazione grafica del sistema di gallerie scavate da *Xyleborus dispar*.



Fig. 21 Branca di nocciolo attaccata da *Xyleborus dispar*, sono ben evidenti le larve biancastre dell'insetto.

Queste si trasformano in pupe durante la tarda primavera ed in estate sfarfallano i nuovi adulti che rimarranno nella galleria materna sino alla primavera dell'anno successivo (Fig. 22). I danni sono causati dalle femmine che scavando le loro gallerie interrompono i vasi linfatici.

Sino a pochi anni fa la metodologia di controllo dell'insetto consisteva nell'effettuare trattamenti insetticidi durante il periodo di volo delle femmine. Tale metodologia però non sortiva risultati apprezzabili in quan-

to detto periodo di volo è risultato essere molto lungo, da marzo a fine giugno (Figg. 23, 24), non era possibile quindi coprire con trattamenti insetticidi un lasso di tempo così ampio (Bucini *et al.*, 2005; Speranza *et al.*, 2009a).

Una tecnica alternativa di controllo prevede l'utilizzo di trappole chemio-cromotropiche "Rebell rosso" che permettono la cattura massale dello scoltide (Fig. 25). Le suddette trappole sono costituite da due su-



Fig. 22 Femmina di *Xyleborus dispar* in una galleria.

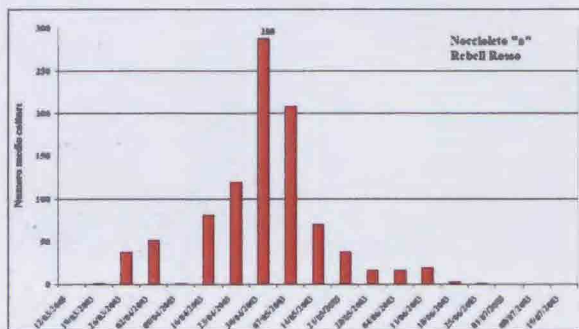


Fig. 23 Andamento delle catture di *Xyleborus dispar* realizzate con una trappola Rebell® Rosso.

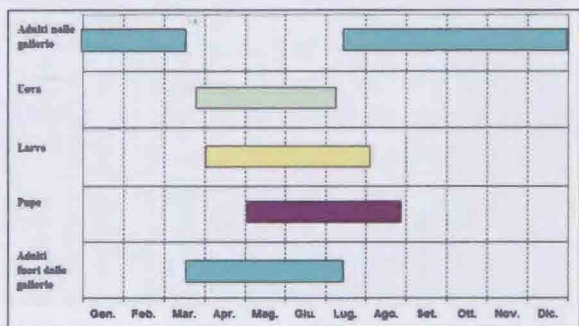


Fig. 24 Ciclo biologico semplificato di *Xyleborus dispar*.

perfici incrociate di colore rosso invischiato, sovrastanti una bottiglia perforata contenente l'attrattivo. Questo è costituito da 250 cc di alcol etilico, denaturato con toluolo all'1% e diluito con acqua in rapporto di 1:1. Gli insetti attirati dall'esca e dal colore si invischiavano e muoiono sulle superfici collate (Fig. 26). Per effettuare una cattura massale e di conseguenza ridurre notevolmente il danno è necessario installare dalle sei alle otto trappole per ettaro. Questo tipo di trappola però non cattura solo anisandro, ma anche numerosi insetti utili (Pantaleoni *et al.*, 2006). Recentemente è stata messa a punto un'altra trappola costituita da una "Mastrap® L modificata" (Speranza *et al.* 2009b); la ricerca ha evidenziato che le catture dei due tipi di trappola sono comparabili ed inoltre la "Mastrap® L modificata" è risultata selettiva nei confronti degli insetti non target.



Fig. 25 Trappola chemio-cromotropica Rebell® Rosso posizionata su un nocciolo.



Fig. 26 Ingenti catture di femmine di *Xyleborus dispar* realizzate con una trappola Rebell® Rosso.

5.3 Cimici del nocciolo

Hemiptera, Heteroptera

Per “Cimici del nocciolo” si intende un complesso di Rincoti eterotteri quali: il Gonocero (*Gonocerus acutaeangulatus* Goeze) (Fig. 27), la Palomena (*Palomena prasina* L.) (Fig. 28), la Nezara (*Nezara viridula* L.) (Fig. 29) il Piezodoro [*Piezodorus lituratus* (F.)] (Fig. 30) e altri che, pungendo le nocciole, provocano l’aborto traumatico e il cimiciato (Paparatti, 2005-2006) (Tab. I, Fig. 31). Questi insetti non sono strettamente legati al nocciolo e sono molto mobili sul territorio, caratteristiche che rendono difficile prevedere e rilevare le in-



Fig. 27 Adulto di *Gonocerus acutaeangulatus*.

festazioni nei corileti e di conseguenza impostare e applicare strategie di difesa efficaci con i fitofarmaci oggi autorizzati sulla coltura.

L’aborto traumatico si produce quando vengono punte le nocciole in formazione. Gli stiletto boccali penetrano nel frutto e determinano un arresto dello sviluppo del tessuto cotiledonare, facendo abortire il seme. Se invece le punture sono fatte su semi già sviluppati si verifica il cosiddetto “cimiciato” che consiste in una alterazione più o meno estesa del gheriglio e nella necrosi dei tessuti cotiledonari, il seme assume inoltre un gusto sgradevole.

Il gonocero è considerato l’insetto chiave tra le cimici in quanto, quasi ogni anno, produce i maggiori dan-



Fig. 28 Adulto di *Palomena prasina*.

Fig. 29 Adulto di *Nezara viridula*.

Fig. 30 Adulto di *Piezodorus lituratus*.

| AUTORE: REGIONE: SPECIE: | Boselli, 1932 SICILIA | Genduso, 1949 SICILIA | Russo, 1967 CAMPANIA | Viggiani et al., 1976 CAMPANIA | Tavella et al., 2001 PIEMONTE | Paparatti et al., 1996 LAZIO |
|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Spilostethus pandurus</i> (Scopoli) (Fam. Lygaeidae) | X | X | | | | |
| <i>Gonocerus acutaeangulatus</i> (Goeze) (Fam. Coreidae) | X | X | X | X | X | X |
| <i>Coreus marginalis</i> (L.) (Fam. Coreidae) | | | | | X | * |
| <i>Centrocoris variegatus</i> Kolenati (Fam. Coreidae) | | | | | | * |
| <i>Palomena prasina</i> (L.) (Fam. Pentatomidae) | X | | X | X | X | X |
| <i>Carpocoris padicus</i> (Poda) (Fam. Pentatomidae) | X | | | | | |
| <i>Carpocoris purpuripennis</i> (De Geer) (Fam. Pentatomidae) | | | X | | | |
| <i>Dolycoris baccarum</i> (L.) (Fam. Pentatomidae) | X | | X | X | X | * |
| <i>Nezara viridula</i> (L.) (Fam. Pentatomidae) | | X | X | X | | X |
| <i>Piezodorus lituratus</i> (Fabricius) (Fam. Pentatomidae) | | X | X | X | | X |
| <i>Rhopigaster nebulosus</i> (Poda) (Fam. Pentatomidae) | X | X | X | X | X | X |
| <i>Pentatoma rufipes</i> (L.) (Fam. Pentatomidae) | | | | | X | |

Tab. I Eterotteri rinvenuti su nocciolo in alcune regioni italiane. Nella tabella, con il simbolo *, sono indicate le specie segnalate nel 2005 che si aggiungono a quelle già riportate per il Lazio (Paparatti, 2005-2006).

ni; l'insetto inoltre svolge tutto il suo ciclo biologico sul nocciolo (Fig. 32). In gonicero è di colore castano chiaro e di notevoli dimensioni (12-15 mm). Presenta una sola generazione l'anno. Gli adulti, in maggio, con le loro punture su nocchie in formazione, provocano l'aborto traumatico. A partire dal mese di maggio sono deposte le uova, isolate o a gruppi, sulle foglie delle piante ospiti o sulle brattee che avvolgono i frutti del nocciolo. Le neanidi sgusciano dopo circa 12 giorni e, tra giugno e luglio, gli stadi giovanili attaccano i frutti già sviluppati provocando nel seme il cosiddetto "cimiciato delle nocchie".

Al conferimento del prodotto il danno da cimiciato viene stimato per mezzo di un esame visivo. Tutte le nocchie che, aperte, presentano alterazioni di colore vengono considerate cimiciate. In questo modo, purtroppo, si sovrastima il danno dovuto alle punture in

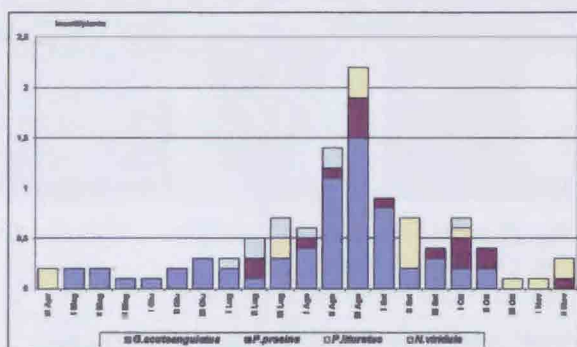


Fig. 31 Catture medie per pianta, di cimici del nocciolo, realizzate con la tecnica dello scuotimento delle branche.

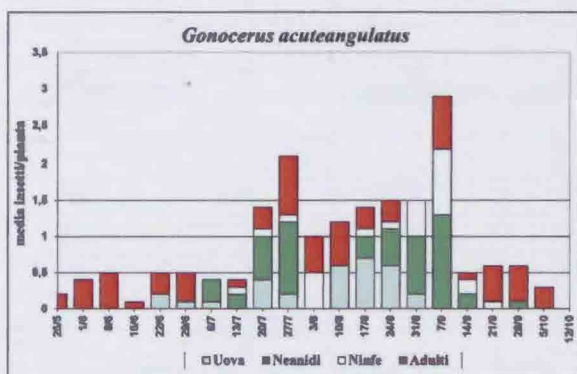


Fig. 32 Catture di *Gonocerus acuteangulatus*.

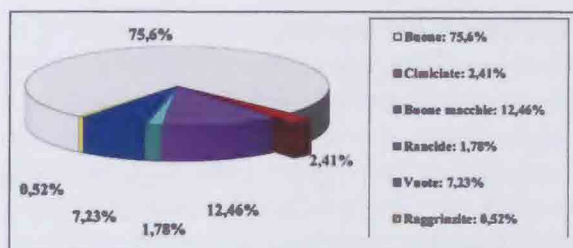


Fig. 33 Risultati di una prova organolettica su un campione di 2000 nocchie.

quanto molte nocchie che presentano alterazioni cromatiche non evidenziano alterazioni nel gusto (Fig. 33) (Paparatti *et al.*, 1996; Paparatti, 2005-2006).

La soglia di intervento prevista per effettuare il trattamento insetticida risulta essere nel Viterbese di 1,5 cimici, in media, per pianta per settimana, campionando 10 piante ad ettaro (Scortichini, 2006).

Sino ad oggi sono carenti gli studi sulle relazioni fra attività trofica degli insetti, il cimiciato e le caratteristiche organolettiche delle nocchie appena raccolte e in seguito durante le fasi di lavorazione e conservazione. Dovranno essere approfondire le conoscenze relative agli effetti delle punture di nutrizione sulle caratteristiche organolettiche del frutto, sia alla raccolta sia durante la conservazione. Tali conoscenze potranno essere successivamente utilizzate anche per sviluppare un metodo di analisi diagnostica attendibile e di facile utilizzo per il rilevamento del cimiciato (MIPAAF, 2010).

Nei nocchietti biologici, allo scopo di eliminare un gran numero di cimici può essere utile intercalare ai nocchietti, ciliegi di varietà precoce; su queste piante, nei mesi di maggio e giugno si possono raccogliere all'alba, con la tecnica dello scuotimento delle branche, numerosissimi eterotteri che si concentrano sulla chioma per pungere le ciliegie. Le cimici raccolte su un telo posizionato sotto chioma, potranno essere facilmente raccolte ed eliminate, riducendo il danno sulle nocchie (Paparatti, 2005-2006).

5.4 Acaro eriofide galligeno delle gemme *Phytoptus avellanae* Nal. (Acarina, Phytoptidae)

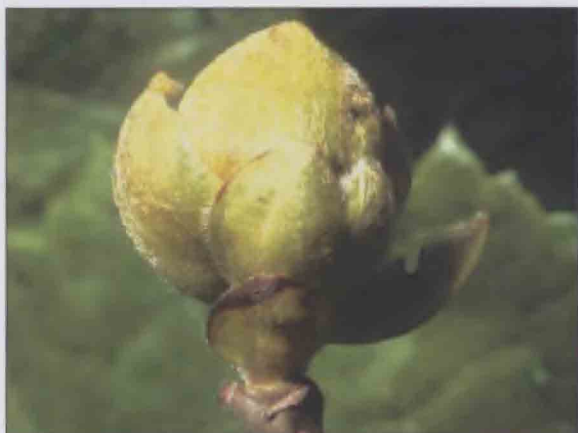


Fig. 34 Gemma trasformata in falsa galla dall'acaro *Phytoptus avellanae*.

Il *Phytoptus avellanae* è un piccolo acaro sub cilindrico lungo 0,20-0,25 mm. Esso è diffuso in tutta l'area di coltivazione del nocciolo con infestazioni in Italia, Spagna e Turchia. Gravi le infestazioni segnalate in Italia (Piemonte, Lazio e Campania). Infesta le gemme appena esse si formano in primavera, trasformandole lentamente in false galle (Fig. 34). Queste sono gemme ipertrofiche con tutti gli elementi morfologici trasformati in squame carnose. In autunno e inverno le gemme colpite si notano più ingrossate di quelle sane. In esse si trovano un centinaio di acari, in gran parte femmine ovideponenti. L'ovideposizione si svolge in massima parte da febbraio a marzo. Gli acari migrano nelle nuove gemme quando i germogli sono lunghi circa un centimetro e presentano 3-4 foglioline, mentre la gemma centrale è di circa 1 mm di diametro. La migrazione dura circa un mese. Le gemme infestate da questo acaro sono perdute, le piante giovani pesantemente attaccate presentano molti rami secchi e sviluppo stentato. Vi sono cultivar di nocciolo particolarmente suscettibili a questo acaro, mentre altre risultano più resistenti.

Il periodo di migrazione dalle vecchie gemme trasformate in false galle alle nuove gemme in formazione, è il più adatto per il controllo di questo fitofago. La migrazione inizia quando il nocciolo riprende l'attività vegetativa. In questa fase è possibile controllare l'acaro; la soglia di intervento è stimata intorno al 15% di

gemme infestate (Viggiani, 1984). Mazzone *et al.* (2006) consigliano di intervenire quando si raggiungono la soglia del 20% di gemme infestate e sono presenti germogli con 3-4 foglioline, con uno o due trattamenti a base di zolfo in primavera, durante la fase di migrazione verso le gemme in formazione (MIPAAF, 2010).

5.5 Oberea

Oberea linearis L. (Coleoptera, Cerambycidae)

L'adulto (Fig. 35) è un piccolo coleottero lungo 11-13 mm. Presenta il corpo nero, con zampe gialle. Le larve, xilofaghe, sono allungate, subcilindriche, apode, giallastre (Fig. 36). Questo insetto, si sviluppa prevalentemente su nocciolo, anche se può attaccare il noce, l'olmo, e altre piante. Gli adulti si rinvergono a partire da fine maggio-giugno e compiono piccole erosioni sulle nervature fogliari e si accoppiano sui rami più alti delle piante. Le femmine incidono con le mandibole la corteccia dei rametti di 3-4 mm di diametro e vi depongono le uova. La larvetta scava una galleria anulare sul rametto determinandone il disseccamento. In seguito la larva penetra nel rametto sino al midollo scavando una galleria ascendente. A fine autunno, dopo aver pra-



Fig. 35 Adulto di *Oberea linearis*.



Fig. 36 Larva di *Oberea linearis* (tratta dal sito: www.cerambycidae-hrbek.cz)

ticato una galleria lunga 40-60 cm, la larva entra in diapausa per riprendere l'attività nella primavera successiva. La pupa si rinviene a fine aprile-maggio. L'adulto per uscire dalla galleria pratica un foro circolare (Binnazzi, 1974, Viggiani 1984). Questo insetto, anche se rinvenuto abbastanza di frequente nei noccioli del viterbese, raramente produce danni di rilievo. Se necessario, per il suo controllo, basta asportare e bruciare i rametti contenenti l'insetto, entro marzo-aprile.

5.6 Agrilo verde

Agrilus viridis L. (Coleoptera, Buprestidae)

L'adulto è lungo circa 10 mm (Fig. 37). La larva è di colore bianco e appiattita dorso ventralmente, è dilatata nella parte toracica, il capo è incassato nel torace ed è lunga 10-11 mm. Le larve di questo insetto danneggiano il fusto, i rami e i polloni del nocciolo scavando

gallerie dapprima sottoepidermiche e di dimensione ridotta, si approfondiscono poi nel legno e il lume delle gallerie aumenta gradualmente. Le piante infestate manifestano ingiallimenti e deperimenti vegetativi con disseccamento delle parti interessate dalle gallerie. Le piante giovani, se pesantemente attaccate possono anche morire.

Gli attacchi più gravi interessano generalmente i soggetti indeboliti dalla siccità. Gli adulti si rinvergono dalla metà di maggio alla fine di giugno. Le femmine, dopo l'accoppiamento, depongono alcune decine di uova sulla corteccia dei rami, formando ovature di 6-7 elementi. Le larve mature si rinvergono in settembre-ottobre, trascorrono l'inverno in diapausa e si impupano in aprile-maggio (Pollini, 2002). Per contenere questo insetto è opportuno mantenere le piante in buono stato vegetativo e realizzare i nuovi impianti solo in ambienti idonei.

In Piemonte (Corte *et al.*, 2009) sono segnalati, negli ultimi anni, pesanti attacchi su nocciolo di insetti appartenenti a sette specie diverse del genere *Agrilus*. Gli adulti sono stati catturati da maggio all'inizio di agosto, evidenziando un lungo periodo di volo. La specie più abbondante e diffusa è stata l'*Agrilus olivicolor*.

6. STRATEGIE DI LOTTA: GENERALITÀ

Fino a neppure mezzo secolo fa i noccioli del Viterbese, piantati spesso al posto del vigneto, non presentavano particolari problemi fitosanitari, anzi manifestavano una soddisfacente condizione di sanità e una ragguardevole longevità. La situazione sanitaria del nocciolo si è aggravata negli ultimi decenni e le piantagioni recenti soffrono di problemi di *moria*, cancri, disseccamenti. È noto che quando si introduce in una zona una nuova cultura, i primi impianti risultano a rischio infettivo "zero". Essendo pressoché tutti i più gravi agenti di malattia del nocciolo dei patogeni ospite-specifici, nel territorio essi probabilmente non erano presenti o, se mai lo fossero stati, la loro presenza in zona era estremamente sporadica. Dopo diversi lustri, in condizioni di forte espansione numerica da parte dell'ospite, anche i suoi patogeni si sono sviluppati e, favoriti dal-



Fig. 37 Adulto di *Agrilus viridis*.

la monocoltura e dalla estrema contiguità degli appezzamenti, hanno aumentato in modo esponenziale il loro potenziale d'inoculo. Inoltre, si intravedeva nel nocciolo una coltura poco bisognosa di interventi. Ma un minor carico di trattamenti fitoiatrici non deve sfociare nel trascurare anche interventi di carattere agronomico, quali le potature di risanamento, l'estirpazione delle ceppaie infette (se non fatta completamente significa mantenere attivo un focolaio d'infezione), l'adozione di un sesto d'impianto che permetta una buona aerazione della chioma, la somministrazione di concimazioni equilibrate, ecc.. Nonostante la bontà di fondo della legislazione e la buona fede dei produttori, in molti nocciolieti ha contribuito a questa filosofia anche un effetto negativo dovuto alla legge 2078/92 sulla riduzione degli agrofarmaci, talvolta con un'ulteriore accentuazione degli effetti negativi derivanti del-

l'applicazione della legge 2092/91 sull'agricoltura biologica.

Nell'ambito di un'agricoltura sostenibile, la difesa fitosanitaria integrata deve avere come obiettivo prioritario la riduzione dell'impiego dei principi attivi, i quali devono essere scelti tra quelli che garantiscono un'efficace protezione della coltura, in funzione del minor impatto nei confronti dell'uomo e dell'ambiente. Un ricorso limitato agli agrofarmaci dovrà essere integrato dall'applicazione puntuale dei mezzi di difesa alternativi (agronomici, fisici, genetici, biologici) (Varvaro, 1993) e, quando disponibili, di modelli di previsione della malattia, privilegiando quando possibile la prevenzione. Per quanto riguarda la coltivazione del nocciolo si raccomanda di:

- sostituire i vecchi impianti debilitati. Nella costituzione di nuovi impianti impiegare materiale vivaistico certificato;
- individuare alla fine dell'estate le piante affette da malattie in modo da intervenire su di esse separatamente nel periodo invernale;
- eliminare e distruggere le piante gravemente infette, dopo aver estirpato la pianta secca aprire una buca del diametro di circa 1 – 1,5 m;
- disinfettare con calce e lasciare il terreno esposto all'azione del sole per tutta l'estate;
- reimpiantare alla fine dell'inverno successivo;
- asportare, durante la potatura annuale, i rami secchi con cancri (dendrochirurgia); eliminare e distruggere le parti infette; disinfettare accuratamente i tagli, le ferite di potatura con soluzioni concentrate di prodotti rameici;
- in seguito a eventi traumatici (grandinate o lesioni di varia natura, come le spollonature), intervenire per disinfettare le ferite entro poche ore con prodotti rameici. Preferire, tra i prodotti rameici, gli idrossidi di rame micronizzati e le poltiglie acide, perché più efficaci ad es. nell'inibire la germinazione delle spore di *C. corylicola*, oppure utilizzare altri fungicidi registrati per il nocciolo o induttori di resistenza. ■

BIBLIOGRAFIA

- ALOJ B., BARTOLETTI F., CAPOROSSI U., D'ERICO F.P., DI DATO F., GRANDE C., OLMI M., PARATTI B., TOMBESI A. E VARVARO L., 1987. Una "moria" del nocciolo di natura ignota nel Viterbese. *L'Informatore Agrario*, 26, 55-57.
- BALESTRA G. M., G. VUONO, A. GENTILI, A. FABI E L. VARVARO, 2004. Importance of agronomical practices on dieback disease of hazelnut in central Italy. *Journal of Plant Pathology*, 86 (4, Special Issue), 308.
- BANCA DATI SIAN: MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI Unità dirigenziale COSVIR XI - Servizio fitosanitario centrale, Fitofarmaci e Sostanze Attive <http://www.sian.it/fitovis/>
- BELISARIO A., A. CORAMUSI, A. CIVENZINI E M. MACCARONI, 2003. La necrosi grigia della nocciola. *L'Informatore Agrario*, 59 (6), 71-72.
- BINAZZI A., 1974. Note bioetologiche su *Oberea linearis* L. (Coleoptera, Cerambycidae) in Toscana. *Redia* 55:109-113.
- BUCINI D., BALESTRA G.M., PUCCI C., PARATTI B., SPERANZA S., PROIETTI ZOLLA C., VARVARO L., 2005. Bio-etology of *Anisandrus dispar* F. and its possible involvement in Dieback (moria) disease of Hazelnut (*Corylus avellana* L.) plants in central Italy. *Acta Horticulturae*, 686, 435-443.
- CORTE M., MORAGLIO S., TAVELLA L., 2009. First Surveys on *Agrilus* spp. (Coleoptera: Buprestidae) Infesting Hazelnut in Northwestern Italy. *Acta Hort.* 845:531-534.
- FABI A. E L. VARVARO, 2006. Spatial and temporal distribution of dieback of hazelnut on Cimini hills (Central Italy) by use of Geographic Information System and Geostatistics. *Proc. 12th Congr. Medit. Phytopath. Union*, June 11th-15th, Rhodes Island (Greece), 217-219.
- FABI A. E L. VARVARO, 2009a. Application of Geostatistics in studying epidemiology of hazelnut diseases: a case study. *Acta Horticulturae*, 845, 507-514.
- FABI A. E L. VARVARO, 2009b. Remote sensing in monitoring the dieback of hazelnut on the "Monti Cimini" district (central Italy). *Acta Horticulturae*, 845, 521-526.
- FABI A. E L. VARVARO, 2010. La Moria del nocciolo nel Viterbese: procedure di indagine epidemiologica mediante tecniche GIS. *Corylus & Co*, 2, 23-30.
- FABI A., BELLI C., VUONO G., BALESTRA G. M. E VARVARO L., 2005. Innovative strategies in epidemiological studies of hazelnut dieback by using G.P.S./G.I.S. technology. *Acta Horticulturae*, 686, 427-433.
- FIORI M., LORU L., MARRAS P.M., VIRDIS S., 2006. Le principali avversità del nocciolo in Sardegna. *Petria* 16 (1): 71-88.
- GENTILI A., E. MARIOTTI, A. VINCENZI, A. MAZZAGLIA, A. HEYDARI, N.W. SCHAAD, L. VARVARO E G.M. BALESTRA, 2008. Dieback (moria) of hazelnut: isolation and characterization of two potential biocontrol agents. *Journal of Plant Pathology*, 90, 383-386.
- LORU L., MARRAS P.M., GUIDONE L., SASSU A., VERDINELLI M., TAVELLA L., PANTALEONI R.A., 2008. Predatori generalisti in noccioli piemontesi e sardi. In: "La corilicoltura biologica in Italia", Arti Grafiche Ciampino, Roma: 111-136.
- LOVISOLO O., 1955. Le Monilie dei fruttiferi. *Bollettino della Stazione di Patologia Vegetale*, Roma, Serie III (13), 7-40.
- MAGRO P., 2007. Malattie fungine del nocciolo e metodi di lotta. In: *Studio e ottimizzazione della filiera corilicola dell'area Cimino-Sabatina*. *Prog. MIPAF*, D.M. 564/7303, Marzo 2007.
- MAGRO P., C. CIAMBELLA E E. MARCUCCI, 2008a. Fungal diseases as an important cause of losses in hazelnut crop. *Proc. 7th International Congress on Hazelnut*, Viterbo 23-27 giugno, Viterbo, Italy, 143.
- MAGRO P., E. MARCUCCI E M. EGITTO, 2008b. Tebuconazole efficacy in the control of "Grey necrosis" of hazelnut. *Proc. 7th International Congress on Hazelnut*, Viterbo 23-27 giugno, Viterbo, Italy, 144.
- MAZZONE P., RAGOZZINO A., 2006. Le principali avversità del nocciolo in Campania. *Petria* 16 (1): 19-30.

- MIPAAF, MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI, 2010. *Allegato tecnico "Piano del Settore Corilicolo 2010/2012"*.
- NOVIELLO C., 1968. Osservazioni sulle malattie parassitarie del nocciolo, con particolare riferimento alla Campania. *Annali della Facoltà di Scienze Agrarie dell'Università di Napoli-Portici, Serie IV* (3), 3-31.
- OEPP/EPPO Bulletin, 2004. *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*, 34, 179-181).
- PANTALEONI R.A., TAVELLA L., 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 entomol. n.s. XIII* (XXVI): 93-112.
- PAPARATTI B., 2005-2006. Dinamica di popolazione e rilevamento dei danni causati alle nocciole da *Eterotteri* nell'Alto Lazio nel triennio 2001-2003. *Frustula entomol. n.s. XXVIII-XXIX* (XLI-XLII): 188-200.
- PAPARATTI B., SPERANZA S., 2005 - Biological Control of Hazelnut Weevil (*Curculio nucum* L., Coleoptera, Curculionidae) Using the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. (Deuteromycotina, Hyphomycetes). *Acta Hort.* 686: 407-412.
- PAPARATTI B., TANGAL E GIRGENTI P., 1996. Hazelnuts "Cimiciato" analysis and population dynamics of the Heteroptera and Rhynchota fauna in hazel-groves in the Viterbo area (Lazio, Italy); results of the 1993-1994 research period. *Proc. XX Int. Congr. Ent., Firenze Italy, August 25-31*: 492.
- PILOTTI M., F. GERVASI, A. BRUNETTI, 2005. Molecular identification of *Fomitiporia mediterranea* and *Eutypa lata*/Libertella blepharis in *Platanus* x *acerifolia*. *Journal of Phytopathology*, 153, 193-202.
- PSALLIDAS P. G. E C. G. PANAGOPOULOS, 1979. A bacterial canker of *Corylus avellana* in Greece. *Journal of Phytopathology*, 94 (2), 103-111.
- 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 Applied Entomology*. 114, 5-16.
- SCORTICHINI M., 1992. *Moria del nocciolo: grave attacco di Pseudomonas syringae* pv. *avellanae*. *L'Informatore Agrario*, 49, 60-63.
- SCORTICHINI M., 2006. *Le principali avversità del nocciolo nel Lazio*. *Petria* 16 (1): 31-44.
- SISCARO G., LONGO S., CATARA V., CIRVILLE-RI G., 2006. *Le principali avversità del nocciolo in Sicilia*. *Petria* 16 (1): 59-70.
- SPERANZA S., BUCINI D., PAPARATTI B. 2009a. New Observation on Biology of European Shot-Hole Borer [*Xyleborus dispar* (F.)] on Hazel in Northern Latium (Central Italy). *Acta Hort.* 845: 539-542.
- SPERANZA S., BUCINI D., PAPARATTI B. 2009b. European Shot-Hole-Borer [*Xyleborus dispar* (F.)]: Comparison between Capture with Chemio-Chromotropic Rebell® Rosso Traps and Modified Mastrap® L Traps. *Acta Hort.* 845: 535-537.
- TAVELLA L., GIANETTI G., 2006. *Le principali avversità del nocciolo in Piemonte*. *Petria* 16 (1): 45-58.
- VARVARO L., 1993. *Le fitopatie del nocciolo nell'Alto Lazio: un triennio di osservazioni e di strategie di lotta*. *L'Informatore Fitopatologico*, 2, 54-58
- VARVARO L., COSTA A. E BALESTRA G.M., 1990. A new bacterial disease of *Corylus avellana*. *Proc. 8th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Agadir, Marocco*, 469-471.
- VIGGIANI G., 1984. *Avversità, malattie e fitofagi del Nocciolo. Regione Campania. Servizio Agricoltura, Caccia e Pesca Sezione Promozione e Sviluppo. Serie Manuali*, 7:152 pgg.
- VIGGIANI G., 1994. *Predatori e parassitoidi utili nell'agroecosistema nocciolo*. *Acta Hort.* 351: 583-589.

L'evoluzione del paesaggio del nocciolo nell'alto Lazio: il caso studio dei monti Cimini

Hazelnut landscape transformation in the northern Latium: the study case of the Monti Cimini's hills

RITA BIASI, FEDERICO BOTTI

Dipartimento di Produzione Vegetale - Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Parole chiave: funzionalità agro-ecosistemi, giardini storici, paesaggio agrario tradizionale, struttura del paesaggio

Keywords: agroecosystem functionality, historical gardens, traditional agricultural landscape, landscape structure

Abstract

La coltura del nocciolo (*Corylus avellana* L.) rappresenta un'attività agricola e una risorsa fortemente radicata nella cultura ed economia dell'alto Lazio. Specie caratterizzante la vegetazione del bosco di latifoglie delle colline e monti della regione Cimina, assieme al castagno da frutto (*Castanea sativa* L.), ha determinato la formazione di molteplici paesaggi da quello naturale delle formazioni boschive, a quello dei nocciuleti tradizionali, a quello della corilicoltura moderna, ciascuno con le proprie caratteristiche strutturali e funzionali. Lo studio condotto ha riguardato le trasformazioni intercorse nel paesaggio coltivato, nella struttura del mosaico agro-forestale e nella sua funzionalità. I risultati hanno confermato una radicale trasformazione negli ultimi cinquant'anni dei sistemi arborei sia in termini di tipologie che di ambiti di presenza, con una sostanziale diminuzione della funzione ecologica ambientale e perdita di diversità paesaggistica e biologica.

Hazelnut (Corylus avellana L.) production represents an agricultural practice and an economic activity tightly related to history and culture of Monti Cimini's territorial area (northern Latium). Together with chestnut (Castanea sativa L.), hazelnut characterizes the composition of broadleaf forest on the mountains and hills of this territory. Here it has been domesticated and has created a rural landscape where hazelnut, olive and chestnut trees shared in the past the same delimited space of the "coltura promiscua". The expansion of the groves and the abandonment of marginal areas has determined a deep change in the productive landscape in many mountain regions with a general worsening of landscape structure and functions. This study has been carried out in order to evaluate the physiognomy of the contemporary landscape of hazelnut and the changes occurred since the past century. Landscape structure and functionality were analyzed through GIS technology, the production of objective-oriented land cover maps and measure of ecological indexes. Hazelnut landscape was also investigated in the historical garden of Palazzo Farnese in Caprarola (Viterbo, Italy). The analysis has demonstrated that the contemporary hazelnut landscape has been deeply changed in the past fifty years by replacing the traditional orchards with the high density planting ones at the expenses of the "coltura promiscua" and

of the vineyards. This turnover of tree cropping systems has been accompanied by a simplification of the agro-forest mosaic in terms of reduced number of land use classes, higher dimension of landscape patches, with the consequence of a loss of environmental and biological diversity. Furthermore, the functionality of the landscape has been reduced as a consequence of an high landscape fragmentation. Therefore, the evaluation of the hazelnut production sustainability should therefore consider its environmental impact. Furthermore, the improvement of this cropping system should aim to the re-functionalization of the rural landscape, i.e. the hazelnut landscape.

1. INTRODUZIONE

I nocciolieti sono elementi connotativi del paesaggio agrario della Tuscia, ne hanno determinato l'origine e ne hanno contrassegnato l'evoluzione di forme e funzioni. Il nocciolo (*Corylus avellana* L.) caratterizza i boschi misti di latifoglie che ricoprono vaste aree del nord del Lazio (Blasi, 1994) da dove, assieme al castagno con cui si trova anche in consociazione, è stato domesticato. Il paesaggio coltivato del nocciolo rappresenta uno dei più antichi paesaggi di questo territorio. In particolare, nella regione agraria dei monti Cimini, peculiare per la diversità dei suoi habitat, da quello più rappresentato della regione temperata montana, submontana e collinare inferiore a quello più circoscritto della regione mediterranea di transizione (Blasi, *l.c.*), si sono originati tanti paesaggi della corilicoltura grazie anche alla plasticità ecologica della specie. Inoltre, il nocciolo figura fra quelle presenze arboree che hanno concorso alla definizione delle forme dei giardini rinascimentali, così ben rappresentati nel viterbese dai parchi di Villa Lante a Bagnaia, Palazzo Farnese a Caprarola, Palazzo Giustiniani Odescalchi a Bassano Romano (Botti e Biasi 2010; Guarrera et al., 1999; Varoli Piazza, 2000).

L'affermarsi di una corilicoltura competitiva sui mercati nazionali e internazionali ha imposto architetture moderne degli impianti (Gentili e Ciani, 1983) adottate sia nei nocciolieti di nuova costituzione, ma anche nella ristrutturazione degli impianti tradizionali, a cui si sono gradualmente sostituiti. I paesaggi agrari tradizionali rappresentano una preziosa risorsa ambientale e culturale (Antrop, 2005; Barbera, 2003; Bignal

and McCracken, 2000; Farina, 2000). Questi ambiti di paesaggio, per lo più residuali, oltre a rappresentare autentici paesaggi culturali, per il valore storico delle loro forme costruttive e di gestione – le pratiche agricole tradizionali – rappresentano degli spazi in cui è ravvisabile un'alta funzione ecologico-ambientale ora rappresentata dal ruolo di salvaguardia del suolo (Duarte et al., 2008; MacDonald et al., 2000), ora dal mantenimento di una ricca diversità biocenotica (Barbera et al., 2010; Biasi, 2010), o di una fitta rete ecologica (Biasi et al., 2010).

La complessità dell'ecomosaico ambientale che li contraddistingue è un requisito di qualità e funzionalità dell'agro-ecosistema, ma anche di stabilità ed equilibrio (Farina, *l.c.*). In un'ottica di aumento della sostenibilità della moderna corilicoltura il poter disegnare spazi produttivi in equilibrio col contesto di inserimento, a basso impatto sugli equilibri biologici dell'ambiente epigeo ed edafico, rappresenta un obiettivo strategico per implementare la sostenibilità della coltura includendo questi aspetti innovativi legati alla struttura e funzionalità del paesaggio nella definizione di nuovi modelli produttivi.

Questo studio ha avuto come scopo la valutazione delle modificazioni della fisionomia e della qualità del paesaggio del nocciolo nella regione Cimina, attraverso un'indagine basata: sull'analisi cartografica dei cambiamenti di uso del suolo dalla metà del secolo scorso, il calcolo di indici metrici del paesaggio, la caratterizzazione dei modelli produttivi sotto il profilo della architettura degli impianti e del contesto di inserimento.

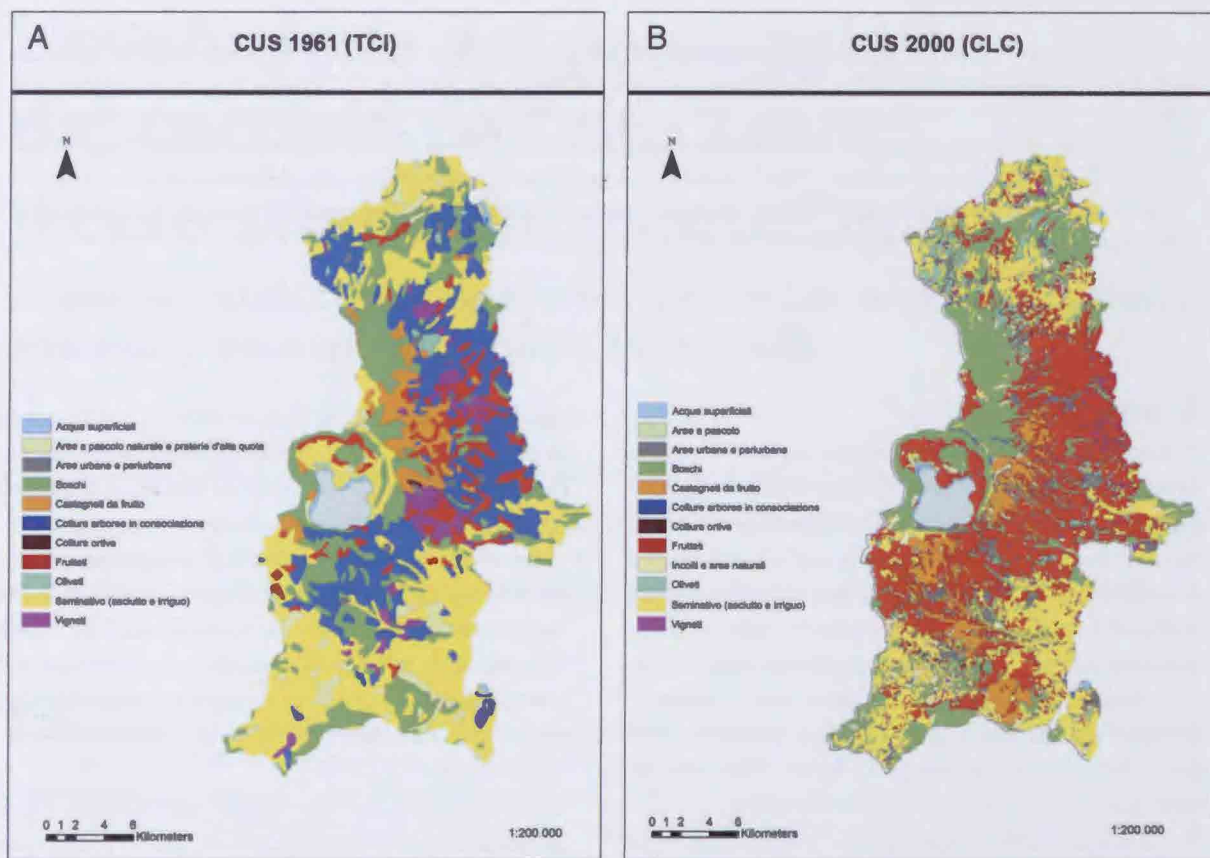


Fig. 1 Mosaico agro-forestale nel sistema di paesaggio della regione agraria "Monti Cimini" negli anni Cinquanta (A) e nel 2000 (B).

2. AREA DI STUDIO

L'analisi del paesaggio del nocciolo è stata condotta su scala territoriale nell'ambito della regione agraria n. 4 della Regione Lazio "Monti Cimini". Gli ambiti territoriali definiti dalle Regioni Agrarie, che delimitano ai fini estimativi e statistici aree omogenee sotto il profilo culturale e socio-economico, sono state assunte come sistemi di paesaggio funzionali allo studio dei paesaggi produttivi dell'albero (Biasi et al., 1990). A scala di maggior dettaglio l'indagine è stata condotta nel comune di Caprarola, assunto come area campione in quanto rappresentativa della diversità fisiografica del sistema e della diversità tipologica degli impianti. Un'indagine a livello puntuale ha riguardato il parco e il giardino storico di Palazzo Farnese a Caprarola.

3. STRUTTURA E FUNZIONALITÀ DEL PAESAGGIO

L'analisi della fisionomia del sistema paesaggio del nocciolo è stata condotta confrontando la tipologia dell'e-comosaico ambientale (uso del suolo e copertura vegetale) storicamente presente [Catasto Gregoriano (1816-1824) e Carta Uso del Suolo 1961 (TCI, CNR)] con lo stato attuale [Carta dell'Uso del Suolo Corine (2000)]. Mediante tecnologia GIS sono stati misurati i cambiamenti intercorsi nelle classi d'uso e copertura del suolo nell'intervallo di tempo considerato secondo il metodo di analisi *change detection* (Pelorosso et al., 2009). Inoltre, sono stati calcolati alcuni indici ecologici di configurazione e complessità del paesaggio, in particolare l'indice MPS (Superficie

Media delle Patch) e l'indice ED (Densità dei Margini) (Forman, 1995; Paletto et al., 2006). Infine, mediate sopralluoghi diretti nelle aree di nuova introduzione della coltura e in quelle storicamente caratterizzate dalla presenza della corilicoltura si è provveduto a rilevare i caratteri tipologici degli impianti. La funzionalità del paesaggio del nocciolo è stata valutata attraverso la produzione di una carta degli ecosistemi ottenuta da foto interpretazione (ortofoto 2002) dell'area campione (Comune di Caprarola), analisi della numerosità e distribuzione degli spazi coltivati e delle coperture vegetali e produzione di una mappa della connettività ecologica.

3.1 Risultati e discussione

La regione Cimina rappresenta uno dei sistemi di paesaggio della Tuscia Viterbese in cui si concentrano significativamente aree di persistenza di colture arboree, specificatamente il nocciolo e il castagno da frutto, ovvero aree caratterizzate dalla costante presenza della medesima tipologia colturale dagli anni 50 a oggi (Biasi et al., *lc*). Il carattere di persistenza d'uso del suolo rappresenta il requisito per comprovare la storicità e il forte legame culturale di una produzione col territorio. L'analisi delle tipologie colturali presenti negli anni 50 nella regione agraria Monti Cimini (Fig. 1A) dimostra quanto diffusa fosse nell'intero sistema di paesaggio la castanicoltura da frutto, la viticoltura e la coltura promiscua, in cui il nocciolo risultava consociato ad altre

colture legnose agrarie. Il mosaico ambientale delle restanti porzioni di territorio era ripartito con un certo equilibrio fra frutteti specializzati (nocciolieti) e oliveti. La fisionomia del paesaggio coltivato contemporaneo risulta fortemente modificata nell'intero sistema di paesaggio (Fig. 1B).

A fronte di una modesta espansione delle aree a bosco, si è osservata la quasi scomparsa della coltura promiscua e della viticoltura specializzata, usi ridotti oggi a qualche centinaio di ettari e quasi completamente convertiti in castagneto da frutto e nocciolo specializzato. Tuttavia, la fisionomia del territorio è andata cambiando radicalmente non solo nella forma, ma anche nello spazio dato che l'analisi condotta sulle trasformazioni degli usi del suolo ha rilevato che solo il 23,46% delle aree a nocciolo e il 18,16% delle aree a castagno occupa oggi gli stessi ambienti fisici del secolo scorso (Tab. 1).

Il paesaggio tradizionale del nocciolo è assolutamente residuale. Solo nelle zone di persistenza è stato ancora possibile rilevare una tipologia di impianto tradizionale caratterizzata da ceppi vetusti di genotipi locali, a sesto ampio e spesso consociati con il castagno o l'olivo (Fig. 2) e in cui risultano mantenute tutte le forme tipiche dei paesaggi agrari tradizionali inclusa quella di conservazione della biodiversità autoctona (Altieri, 1999; Biasi et al., *lc*; Fideghelli e Bignami, 2000). I paesaggi tradizionali, in virtù della loro complessità costitutiva e funzionale, rappresentano modelli pro-



Fig. 2 Il paesaggio contemporaneo della corilicoltura viterbese è caratterizzato dalla compresenza di impianti tradizionali con esemplari vetusti (A) e di impianti specializzati moderni ad alta densità di investimento e elevata richiesta di energie sussidiarie esterne (B).

duttivi multifunzionali e la loro scomparsa comporta comunque un impoverimento in termini di diversità ambientale e biologica e di patrimonio culturale. L'analisi condotta sull'area campione rappresentata dal Comune di Caprarola ha fornito ulteriori elementi di valutazione della qualità del paesaggio corilicologico contemporaneo. Il 50,9% della superficie comunale è coperta da due sole classi d'uso del suolo: il nocciolo (38,2%) e il castagneto da frutto (12,7%) (Tab. 2). Vi è presente inoltre un 25% di bosco, le altre coperture naturali o colture arboree rappresentano meno dell'1%. Rispetto alla media dell'intera regione Cimina, molti dei noccioli (23,5%) e dei castagneti da frutto (18,2%) occupano le superfici storiche, anche se il paesaggio della corilicoltura non ravvisa più, nemmeno in

questi spazi, i caratteri del paesaggio agrario tradizionale, assumendo invece la configurazione del paesaggio della frutticoltura intensiva (Sansavini, 2000). L'espansione delle superfici a nocciolo, quasi triplicate negli ultimi sessant'anni (Tab. 2) è avvenuta soprattutto a spese della coltura promiscua e della viticoltura, che hanno lasciato anche spazio agli incolti e al tessuto urbano (Fig. 3). Il 62% dei noccioli degli anni 50 si è conservato, mentre la parte erosa è stata trasformata in bosco (Tab. 2), prova dell'abbandono delle zone più marginali con conseguente prevedibile degradazione dell'ambiente (Agnoletti, 2007; Duarte et al., 2008). Analoga sorte è stata riservata alla castanicoltura da frutto, oggi per lo più presente negli spazi un tempo occupati da vigneti.

| TCI1961/CLC2000 | acque superficiali | seminativo (asciutto e irriguo) | incolti e aree naturali | boschi | area a pascolo | area urbana e periurbana | colture arboree in consociazione | oliveti | vigneti | castagneti da frutto | colture erive | estensione 1961 ha |
|----------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|----------|----------------|--------------------------|----------------------------------|---------|----------|----------------------|---------------|--------------------|
| acque superficiali | 28.134,01 | 27,86 | 32,72 | 38,65 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 28.234,73 |
| seminativo (asciutto e irriguo) | 14,02 | 7.780,68 | 4.643,49 | 843,60 | 2.415,34 | 49,26 | 736,66 | 92,83 | 327,47 | 92,51 | 234,90 | 17.322,22 |
| incolti e aree naturali | 0,00 | 93,12 | 2.831,70 | 98,20 | 653,01 | 0,90 | 100,27 | 1,02 | 63,58 | 29,40 | 239,05 | 4.508,83 |
| boschi | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| area a pascolo | 0,00 | 982,89 | 1.573,92 | 508,17 | 1.629,17 | 7,73 | 181,50 | 29,97 | 154,90 | 39,05 | 1.771,98 | 10.881,70 |
| area urbana e periurbana | 5,04 | 740,71 | 329,14 | 300,04 | 614,65 | 31,45 | 62,25 | 5,87 | 23,36 | 5,46 | 25,85 | 2.148,27 |
| colture arboree in consociazione | 11,67 | 11,37 | 62,00 | 9,62 | 55,33 | 0,00 | 156,82 | 0,00 | 10,89 | 0,00 | 30,08 | 347,78 |
| oliveti | 2,09 | 1.491,45 | 6.360,83 | 391,90 | 1.363,11 | 0,00 | 568,301 | 14,38 | 879,64 | 184,39 | 303,54 | 12.001,71 |
| vigneti | 0,00 | 45,94 | 100,73 | 25,63 | 31,44 | 0,00 | 58,53 | 2,22 | 27,01 | 1,33 | 0,00 | 300,54 |
| castagneti da frutto | 0,00 | 213,30 | 1.244,88 | 44,43 | 151,15 | 0,00 | 214,03 | 4,099 | 54,41 | 24,88 | 142,49 | 2.502,14 |
| colture erive | 0,32 | 44,64 | 639,84 | 215,23 | 1.205,99 | 1,50 | 47,98 | 24,58 | 10,42 | 0,00 | 119,75 | 2.615,25 |
| estensione 2000 ha | 28.167,15 | 11.431,95 | 17.812,31 | 2.476,95 | 12.118,79 | 90,84 | 2.130,91 | 15,62 | 1.551,70 | 570,52 | 3.191,15 | 79.718,98 |

Tab. 1 Matrice di trasformazione degli usi del suolo. Sistema di Paesaggio: Monti Cimini. Elaborazione GIS di CUS (TCI 1961 e CLC 2000)

| TCI1961/CLC2000 | acque superficiali | seminativo (asciutto e irriguo) | incolti e aree naturali | boschi | area a pascolo | area urbana e periurbana | colture arboree in consociazione | oliveti | vigneti | castagneti da frutto | colture erive | estensione 1961 ha |
|----------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|--------|----------------|--------------------------|----------------------------------|---------|---------|----------------------|---------------|--------------------|
| acque superficiali | 801,25 | 1,10 | 26,55 | 26,10 | 8,85 | 0,00 | 1,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 865,07 |
| seminativo (asciutto e irriguo) | 49,27 | 109,00 | 782,47 | 108,07 | 126,58 | 0,00 | 23,35 | 13,93 | 6,95 | 1,08 | 21,82 | 1.242,54 |
| incolti e aree naturali | 0,00 | 0,70 | 501,36 | 21,34 | 205,18 | 0,00 | 11,18 | 0,00 | 7,83 | 7,25 | 52,00 | 805,84 |
| boschi | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| area a pascolo | 10,19 | 17,79 | 160,15 | 63,59 | 740,84 | 0,00 | 18,58 | 6,64 | 7,14 | 0,00 | 342,18 | 1.366,95 |
| area urbana e periurbana | 29,80 | 0,00 | 22,86 | 27,00 | 20,86 | 0,00 | 15,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,75 | 130,78 |
| colture arboree in consociazione | 0,00 | 0,00 | 14,75 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 15,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 30,27 |
| oliveti | 0,00 | 0,19 | 25,98 | 7,72 | 6,75 | 0,00 | 0,85 | 2,45 | 0,00 | 2,85 | 0,00 | 30,27 |
| vigneti | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| castagneti da frutto | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| colture erive | 0,00 | 2,32 | 503,20 | 10,51 | 33,23 | 0,00 | 63,68 | 0,00 | 6,28 | 1,13 | 114,66 | 715,01 |
| estensione 2000 ha | 890,84 | 133,79 | 2.136,79 | 313,05 | 1.211,99 | 0,00 | 169,37 | 30,66 | 9,40 | 999,51 | 0,00 | 5.617,93 |

Tab. 2 Matrice di trasformazione degli usi del suolo. Area test: Comune di Caprarola (Vt). Elaborazione GIS di CUS (TCI 1961 e foto interpretazione ortofoto 2002)

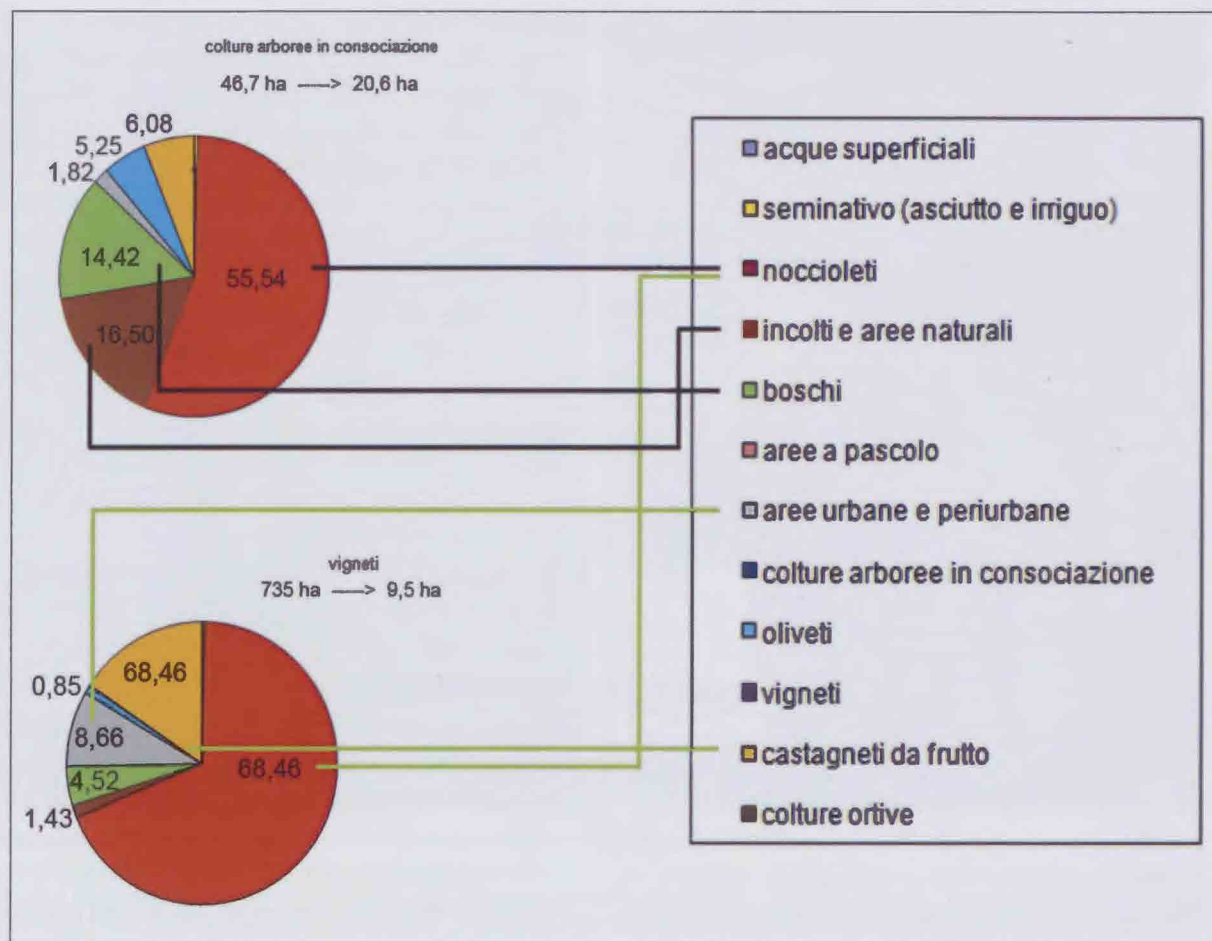


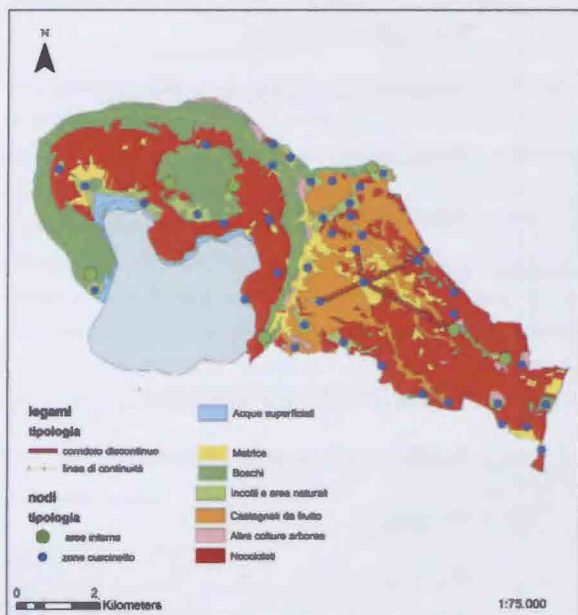
Fig. 3 Trasformazione delle colture arboree intercorse negli ultimi cinquant'anni nel comune di Caprarola. (sopra), tipologie colturali in cui si è trasformata la coltura promiscua e relativa ripartizione percentuale; (sotto) tipologie colturali con cui sono stati sostituiti i vigneti e relativa ripartizione percentuale.

Da queste trasformazioni ne è derivata una complessità del paesaggio fortemente ridotta non solo per il semplificarsi dei sistemi coltivati (Fig. 4), ma anche per il modificarsi della tipologia degli impianti caratterizzati da ampie tessere di mosaico monospecifiche, come dimostrato dall'alto valore dell'indice ecologico MPS, relativo alla superficie media delle *patch* di noccioleto, compreso fra i 10 e i 15 ettari (Fig. 5).

L'alto valore di questo indice ecologico attesta una omogeneità del paesaggio che denota anche instabilità e perdita di diversità ambientale e biologica (Forman, *lc*).

Un altro carattere critico dell'odierno paesaggio del nocciolo è rappresentato dall'alto valore, rispetto alle altre classi d'uso, dell'indice di densità dei margini (ED) che, aumentando all'aumentare del perimetro di contatto di una classe d'uso con le altre, denota il grado di frammentazione, e pertanto di instabilità dell'agro-ecosistema (Fig. 5). Entrambi questi indici attestano un peggioramento della funzione ecologica del paesaggio del nocciolo, in quanto associabile a una riduzione della diversità degli ambienti e della biodiversità, anche a scapito delle rete ecologica delineata

Fig. 4 Mappa della connettività ecologica e degli ecosistemi (comune di Caprarola) (A) e relativo paesaggio (B).



dai sistemi di corridoi continui (vegetazione ripariale), discontinui (formazione di siepi e filari, di alberi fuori foresta) e, infine, residui di aree naturali e che risulta impoverita nell'intera area campione, ma particolarmente nelle zone di maggior concentrazione dei noccioli in specializzati (Fig. 4).

Un particolare paesaggio del nocciolo è sicuramente quello all'interno del parco e giardino di Palazzo Farnese a Caprarola, uno dei grandi giardini rinascimen-

tali della Tuscia (Guarrera, et al. *lc*). I sistemi arborei rappresentano paesaggi del giardino storico, ne sono parte integrante e concorrono a definirne la ricchezza costitutiva e biologica (Avanzato, 2004; Biasi e Varoli Piazza, 2007; Botti e Biasi, *lc*). Il giardino di Palazzo Farnese presenta con il suo ampio barchetto una connotazione specificatamente arborea (Fig. 6). Il castagneto da frutto rappresenta uno degli iconemi del giardino e rappresenta una delle più significative aree di persistenza di questa coltura all'interno della regione Cimina. Anche i noccioli sono sistemi connotativi del parco assieme ad altre piante da frutto come peri a spalliera, albicocchi, cotogni, susini, corbezzoli e ciliegi che attestano la ricca biodiversità arborea di questo sito (Fig. 7). Le aree a nocciolo sono alquanto estese, denotano la necessità di interventi di recupero e un'interessante assortimento di genotipi.

4. CONCLUSIONI

La diffusione dei noccioli nella regione Cimina ha notevolmente semplificato gli agro-ecosistemi con conseguente perdita di valore ecologico-ambientale del paesaggio, aggravata dall'abbandono delle aree marginali più interne e a maggiore altitudine. I noccioli tradizionali possono considerarsi sistemi arborei residuali ma con un ruolo cruciale nel mantenimento della struttura del territorio (connettività, diversità d'uso del suolo, biodiversità, sostenibilità delle pratiche culturali) e del patrimonio culturale del territorio. La salvaguardia

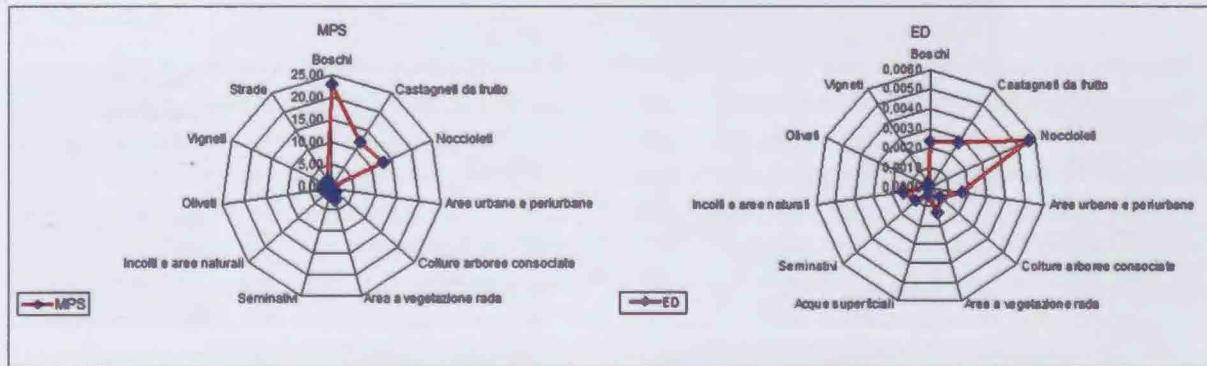


Fig. 5 Indici ecologici relativi alle colture e coperture presenti nell'area test (comune di Caprarola). MPS, dimensione media delle patch; ED, densità dei margini.

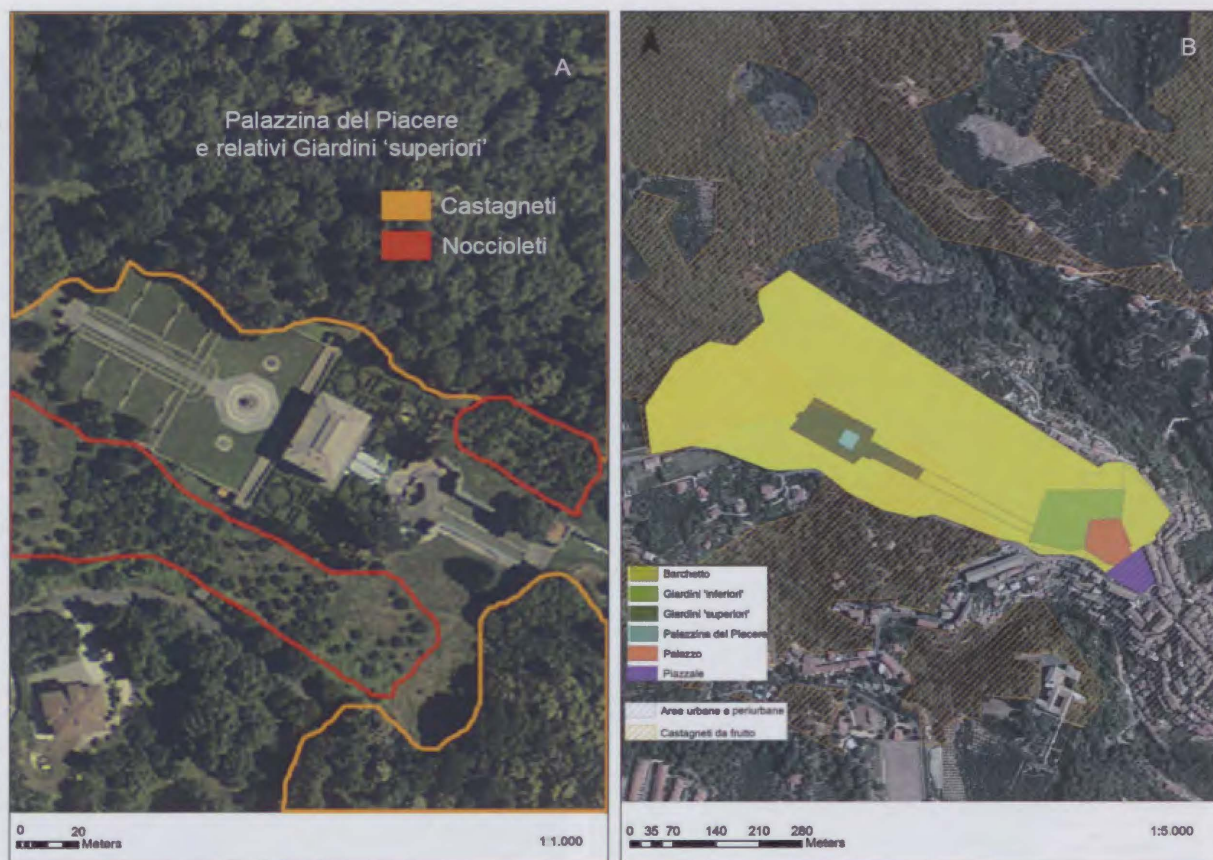


Fig. 6 Il paesaggio coltivato del giardino di Palazzo Farnese a Caprarola. (A) stato attuale (ortofoto 2008); (B) parti costitutive del giardino e mappatura delle persistenze di castagneto da frutto (reticolo) all'interno del barchetto.

degli impianti estensivi, a basso impiego di input, strutturalmente complessi, potrebbe supportare la funzione paesaggistica di questa specie di interesse agrario e forestale, contrastando l'impoverimento degli habitat e la frammentazione degli ecosistemi insiti nel modello di corilicoltura moderna. Inoltre, la salvaguardia della diversità paesaggistica locale, nonché delle pratiche agricole e utilizzazioni tradizionali, potrebbe rappresentare un obiettivo strategico per la valorizzazione del territorio e dei suoi prodotti. Infatti, la conoscenza e la salvaguardia delle pratiche agricole tradizionali, degli usi tradizionali del suolo (struttura e organizzazione degli impianti), su cui si basa il paesaggio tradizionale, sono strumenti potenzialmente utili per promuovere una gestione sostenibile o nuove ap-

plicazioni agro-industriali, per la tutela della biodiversità mantenendo nel contempo la struttura del paesaggio. Il mantenimento di una complessità costitutiva, data dalla ricchezza di corridoi ecologici e "stepping stones", potrebbe altresì rappresentare un orientamento strategico anche per la realizzazione dei nuovi impianti. La stessa rifunzionalizzazione degli spazi produttivi a nocciolo all'interno del giardino storico di Palazzo Farnese potrebbe concorrere a recuperare preziose risorse genetiche e ad accrescere le funzioni del parco delineando strategie di gestione sostenibile.

Lavoro realizzato nell'ambito del progetto PRIN prot.2007S2CNC4_004 (resp. R. Biasi)

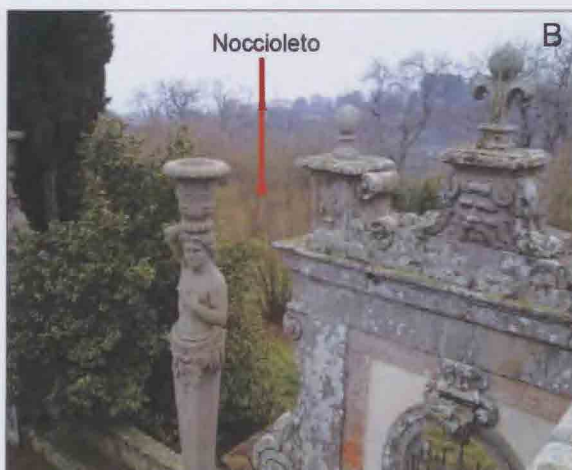


Fig. 7 Mappa del Catasto Gregoriano (1816-1824) relativa a Palazzo Farnese a Caprarola con sovrapposizione delle attuali aree di persistenza di castagneto da frutto. Le particelle della mappa del Catasto Gregoriano relative alle medesime superfici sono indicate nei brogliardi come seminativo vitato, seminativo ulivato o canneto (A). Aree a nocciolo all'interno del parco della Villa (B e C).

BIBLIOGRAFIA

AGNOLETTI M., 2007. *The degradation of traditional landscape in a mountain area of Tuscany during the 19th and 20th centuries: Implication for biodiversity and sustainable management*. Forest Ecology and Management 249: 5-17.

ANTROP M., 2005. *Why landscape of the past are important for the future*. Landscape and Urban Planning 70: 21-34.

ALTIERIA, 1999. *The ecological role of biodiversity in agroecosystems*. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 19-31.

AVANZATO D., 2004. *Il recupero delle accessioni frutticole dai giardini storici. Strategie ed applicazioni*. Istituto Sperimentale per la Frutticoltura di Roma, Roma.

- BARBERA G., 2003. *I sistemi frutticoli tradizionali nella valorizzazione del paesaggio, Italus Hortus* 10 (5): 40-45.
- BARBERA G., BIASI R., CAVALLO A., CULLOTTA S., BOTTI F., MARINO E., MARINO D., 2010. *Qual'è il ruolo dei paesaggi culturali per la conservazione della biodiversità? Il caso del paesaggio agrario tradizionale (PAT)*. Convegno IREALP, Giugno 2010, Milano.
- BIASI R., 2010. *Il paesaggio agrario tradizionale (PAT): ruolo nella conservazione della biodiversità*. Atti conferenza "La biodiversità della Valle dei Calanchi", Lubriano (TR), dicembre 2010.
- BIASI R., VAROLI PIAZZA S., 2007. *L'albero produttivo nel paesaggio e nei giardini di interesse storico*. Italus Hortus Vol. 14: 24-33.
- BIASI R., BOTTI F., CULLOTTA S., BARBERA G., 2010c. *The role of Mediterranean fruit tree orchards and vineyards in maintaining the traditional agricultural landscape*. 23 IHC, Lisboa 2010, Acta Horticulturae: in press.
- BIGNAL EM., MCCracken DI., 2000. *The nature conservation value of European traditional farming systems*. Environ. Rev. 8(3): 149-171.
- BLASI C., 1994. *Fitoclimatologia del Lazio*. Univ. La Sapienza - Dipartimento di Biologia Vegetale e Regione Lazio - Assessorato agricoltura, foreste, caccia e pesca, usi civici. Roma.
- BOTTI F., BIASI R. 2010. *Safeguard and valorisation of the productive areas in historical gardens*. Acta Horticulturae 881: 1005-1009.
- DUARTE F., JONES N., FLESKENS L., 2008. *Traditional olive orchards on sloping land: sustainability or abandonment?* J. Environmental Management 89: 86-98.
- FARINAA., 2000. *The cultural landscape as a model for integration of ecology and economics*. BioScience 50 (4): 313-320.
- FIDEGHELLI C., BIGNAMI C., 2000. *Individuazione, recupero e caratterizzazione del germoplasma frutticolo autoctono laziale a rischio di erosione genetica*. Regione Lazio. Roma
- FORMAN, R.T.T., 1995. *Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press (Cambridge).
- GENTILI A., CIANI M., 1983. *Aspetti economici della corilicoltura nel Viterbese*. Atti Convegno Internazionale sul Nocciuolo, Avellino Settembre 1983: 491-495.
- GUARRERA G.M. (a cura di), 1999. *Giardino e parco del Palazzo Francese*, in: Ville storiche, parchi e giardini del Lazio. Censimento del patrimonio vegetale del Lazio, Quaderno N.3, P.M. Guarrera (a cura di), Regione Lazio e Dipartimento di Biologia Vegetale, Università 'La Sapienza', Roma: 121-133.
- MACDONALD D., CRABTREE JR., WIESINGER G., DAX T., STAMOU N., FLEURY P., GUTIERREZ LAZPITA J., GIBON A., 2000. *Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response*. Journal of Environmental Management 59: 47-69.
- PALETTO A., DE NATALE F., GASPARINI P., MORELLI S., TOSI V., 2006. *L'Inventario degli Alberi Fuori Foresta (IAFF) come strumento di analisi del paesaggio e supporto alle scelte di pianificazione territoriale*. Forest@ 3(2): 253-266.
- PELOROSSO R., LEONE A., BOCCIA L., 2009. *Land cover and land use change in the Italian central Apennines: a comparison of assessment methods*. Applied Geography 29: 35-48.
- SANSAVINI S., 2000. *Un secolo e oltre di frutticoltura*. In: L'agricoltura verso il terzo millennio attraverso i grandi mutamenti del XX secolo, Avenue Media (Bologna).
- VAROLI PIAZZA S., *Paesaggi e Giardini della Toscana*, Edizioni De Luca, Roma 2000.

Progetto SAFENUT: una strategia europea per la conservazione e l'utilizzo del germoplasma di nocciolo e mandorlo

The SAFENUT Project: a European strategy for the conservation and use of hazelnut and almond germplasm

BACCHETTA L., DI GIOVANNI B., ARAMINI M., TRONCI C., CANESE S., PADOVANI L.M.

Enea, Utagri - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile

Parole chiave: risorse genetiche, mandorlo, nocciolo, *core collection*, SAFENUT database

Keywords: *genetic resources, almond, hazelnut, core collection, SAFENUT database*

Abstract

Il Progetto AGRI GEN RES SAFENUT è incentrato sulla salvaguardia, caratterizzazione e conservazione delle risorse genetiche di nocciolo (*Corylus avellana*) e mandorlo (*Prunus dulci*), due colture tradizionali del bacino Mediterraneo. I sei Paesi Europei coinvolti nel progetto (Italia, Spagna, Francia, Portogallo, Slovenia e Grecia) partecipano per oltre il 90% alla produzione comunitaria di nocciole e mandorle. La strategia seguita per garantire un'efficiente condivisione e utilizzo delle risorse genetiche ha incluso diverse azioni: 1) centralizzazione del germoplasma disponibile; 2) standardizzazione dei descrittori specifici e passportdata; 3) reperimento della massima diversità genetica possibile; 4) caratterizzazione molecolare (microsatelliti) e biochimica (contenuto di acidi grassi, tocoferolo, sostanze minerali, fenoli) del germoplasma; 5) creazione di una *core collection* europea. Tenendo conto che le risorse genetiche non rappresentano solo un *pool* di geni, ma racchiudono un significato culturale e tradizionale per le persone che le utilizzano, e in molti casi le conservano *on farm*, il progetto SAFENUT ha dato molta enfasi al recupero della memoria storica e degli usi popolari collegando e comparando questi aspetti nei differenti Paesi Europei.

Lo sviluppo del database europeo SAFENUT rappresenta l'obiettivo finale che sintetizza e rende fruibili le informazioni ottenute facilitando il reperimento e l'utilizzo del germoplasma.

Allo stato attuale circa 215 cloni e 58 selezioni di nocciolo sono stati identificati nelle collezioni europee e sono in corso di valutazione con i descrittori morfologici elaborati ed armonizzati. Per il mandorlo, il progetto SAFENUT si è limitato al reperimento delle varietà conservate "on farm", tenendo conto del valido lavoro che è stato effettuato dal precedente progetto AGRI GEN RES Prunus. Numerosi ecotipi di nocciolo e mandorlo sono stati reperiti in aree italiane, greche e francesi. Un totale di circa 295 genotipi di nocciolo e 240 di mandorlo sono stati analizzati con microsatelliti per verificarne l'autenticità, limitando la presenza di sinonimi ed omonimi nel materiale genetico conservato. Le analisi biochimiche effettuate su 110 cultivar, hanno permesso di definire in maniera più accurata la destinazione del prodotto. Interessanti sono i risultati delle ricerche effettuate a livello europeo sulle manifestazioni locali legate a queste colture.

Il presente lavoro descriverà, inoltre, i progressi ottenuti nel database SAFENUT, discutendo le informazioni disponibili e le modalità di ricerca.

The aim of the SAFENUT project is to enhance the characterization, preservation and utilization of the European hazelnut and almond germplasm (*Corylus avellana* and *Prunus dulci*) through the recovery and valorisation of local endangered varieties in the traditional productive areas of the Mediterranean basin. The project, financed by the European Commission - Directorate General for Agriculture and Rural Development - benefits from the participation of eleven partners from six European Countries (Italy, France, Greece, Portugal, Slovenia, Spain). *Corylus avellana* and *Prunus dulci* are commodities of international economic importance. Different Countries conserved the hazelnut and almond genetic resources. Moreover, traditional genotypes handed by father to son are conserved on farm. The exploitation and evaluation of such germplasm allow retrieving the main part of the genetic variability present even at low frequencies. On these premises the SAFENUT strategy included different actions: 1) centralization of available germplasm; 2) harmonization of the standard descriptors 3) recovery of local endangered varieties 4) molecular and biochemical characterization 5) creation of the almond and hazelnut core collection. The final results was to develop a European virtual inventory in order to share and spread all the information as well as to promote a wider application of traditional knowledge, agricultural practices. The project benefited from the participation of 11 partners from 6 European Countries. The present work summarizes the main project's results which focused on the harmonization of morphological evaluation on the European hazelnut and almond germplasm and describes the survey carried out in different areas of traditional cultivation where novel ecotypes were pre-selected. In the frame of the biochemical evaluation, more than 110 hazelnut and almond varieties were analysed for oil, tocopherol, phenolic and mineral content of the kernel. SSR markers were performed on 295 hazelnut and 240 almond varieties, to avoid synonymous and homonymous. With regard to traditional knowledge, a review of the existing hazelnut exhibitions was carried out. In the present work it is also described the SAFENUT European Database (<http://www.safenut.net>) and its applications.

1. INTRODUZIONE

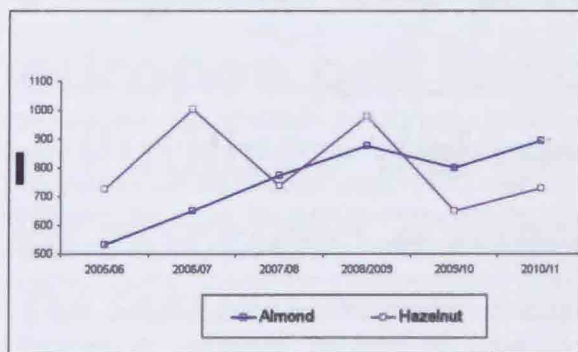
Negli ultimi anni la produzione mondiale di frutta secca è aumentata di oltre il 20% e solo nel 2011 del 12%. Un fenomeno economico di rilievo che interessa in modo particolare nocciole (*Corylus avellana*) e mandorle (*Prunus dulci*) di cui sono maggiori produttori, con più dell'80% della produzione globale, rispettivamente Turchia e Stati Uniti (Fig. 1). Inoltre, mercati emergenti quali la Cina, l'India, gli Emirati Arabi e l'Australia, hanno accresciuto il loro commercio di oltre l'80% negli ultimi 5 anni.

A livello europeo la Spagna è il primo produttore di mandorle, seguito da Italia e Grecia. Non si prevede però che la produzione spagnola aumenti significati-

vamente nel lungo termine. Nel rapporto europeo "Tree Nuts" del 2010 in Europa-27, risulta che l'Australia supererà la Spagna entro il 2015 per divenire il secondo produttore mondiale di mandorle. Tale quadro, nel mandorlo, è accentuato dal declino dei programmi europei a sostegno dell'agricoltura e, principalmente, dalla forte competizione delle mandorle californiane commercializzate a basso costo che favoriscono l'abbandono di tali colture nelle zone tradizionali di coltivazione.

Per il nocciolo l'Italia è il secondo produttore mondiale, appena prima degli Stati Uniti e dopo la Turchia, la cui notevole produzione incide ampiamente sul mercato mondiale. Per quel che concerne il mercato interno del-

Fig. 1 Produzione mondiale di mandorle e nocciole.



la frutta secca in Europa, il consumo di nocciole *pro capite* in Grecia è il più alto d'Europa (17 Kg/anno) e uno dei più alti del mondo, seguito dalla Spagna e dall'Italia.

L'alto consumo è dovuto all'importanza delle due colture nella dieta Mediterranea. La frutta secca è un'ottima fonte di proteine, fibre, fito-nutrienti, antiossidanti quali la vitamina E, grassi polinsaturi. Negli ultimi due decenni, molti studi biochimici e clinici hanno chiaramente messo in evidenza come l'assunzione nella dieta giornaliera di frutta secca abbia effetti benefici sulla salute umana. La produzione domestica europea fornisce meno del 40% della richiesta locale e il resto è importato dalla Turchia e dagli Stati Uniti.

Accanto al valore economico, il valore sociale e il ruolo che nocciole e mandorle svolgono nei sistemi agricoli tradizionali sostenibili è un elemento chiave sostenuto dalla Comunità Europea: tali colture sono strettamente collegate con il territorio e le persone che le coltivano ormai da millenni. Circa 5000 anni prima di Cristo un manoscritto cinese ha sottolineato le proprietà mediche di *Corylus avellana*, mentre Catone (234-149 a.C.) il più antico scrittore latino, promuoveva la coltivazione di questa specie indicata come: "*nuces, calvas, avellanas, praenestinas et graeca*". Le mandorle erano conosciute dai romani come le "noci greche".

La produzione di frutta in guscio svolge inoltre un ruolo fondamentale nella protezione dell'equilibrio ambientale, sociale e rurale in molte regioni. Tali aspetti, fondamentali per incoraggiare la sostenibilità nelle

aree rurali, sono in accordo con il concetto multifunzionale di agricoltura ampiamente promosso dall'Unione Europea.

Per queste ragioni, il progetto europeo SAFENUT, sulla base del regolamento (CE) n. 870/2004 AGRI GEN RES, costituisce una strategia produttiva per riorganizzare e condividere, in modo più efficace, le risorse genetiche di nocciolo e mandorlo accrescendo la conoscenza sulle loro potenzialità e sul loro prezioso significato culturale connesso agli usi storici e tradizionali. Il progetto si prefigge di migliorare l'utilizzo del germplasma europeo anche attraverso la creazione di una "core collection" e di un database multimediale per un'efficace disseminazione delle informazioni.

2. OBIETTIVI

Il progetto SAFENUT ha coinvolto 11 Istituti di Ricerca in 6 Paesi Europei (Italia, Spagna, Portogallo, Francia, Slovenia, Grecia) e varie associazioni di produttori. Gli obiettivi del progetto hanno riguardato:

La centralizzazione del materiale genetico presente nelle collezioni europee e il recupero di ecotipi conservati in azienda. Partner responsabile: Irta (Spagna), con il coinvolgimento di Enea, Unito (Italia), Università di Lubiana (Slovenia), Nagref (Grecia) and Utad (Portogallo).

La prima azione è stata quella di incrementare la conoscenza delle accessioni di nocciolo conservate nelle collezioni europee *ex situ* e *in situ* verificandone la provenienza ed i possibili errori. L'armonizzazione dei descrittori morfologici è stata la seconda iniziativa da mettere in pratica, al fine di raggiungere una valutazione condivisa tra tutti i partner. Il terzo obiettivo è stato quello di reperire la massima diversità genetica ed ecotipi di interesse, spesso conservati *on farm*.

Recupero di cultivar di mandorlo a rischio di estinzione e caratterizzazione *in situ*. Partner responsabile: Inra (Francia), con il coinvolgimento del Cra-Isf (Italia), Nagref (Grecia) and Cita (Spagna).

Le attività hanno riguardato la centralizzazione del germoplasma esistente nei Paesi partner con l'acquisizione di dati morfologici, aggiornando il precedente lavoro del *Prunus Working Group*, con particolare attenzione al recupero di varietà a rischio di erosione genetica. L'attività ha inoltre interessato la caratterizzazione molecolare e biochimica del materiale selezionato.

Valutazione morfologica, molecolare e biochimica del germoplasma europeo di nocciolo. *Partner responsabile: Unito (Italia), con la partecipazione di Enea e Crab (Italia), Irta (Spagna), Università di Lubiana (Slovenia), and Nagref (Grecia).*

Le azioni principali sono state la caratterizzazione morfologica, attraverso l'uso di descrittori morfologici armonizzati, del materiale genetico presente nelle collezioni e del nuovo materiale selezionato *on farm*. La caratterizzazione molecolare tramite l'utilizzo di marcatori microsatelliti ha consentito di verificare l'identità delle accessioni. La definizione della qualità del germoplasma europeo è prerogativa per una migliore competitività del prodotto sul mercato internazionale. Le azioni in tal senso hanno riguardano la definizione delle caratteristiche nutritive (contenuto in acidi grassi, fenoli, sostanze minerali) sulla base delle quali è possibile di definire un uso più appropriato delle *cultivar* in funzione della domanda di mercato e dell'impiego in programmi di miglioramento genetico.

Aspetti ecologici economici e socio-culturali della produzione sostenibile, recupero della memoria storica. *Partner responsabile: Cra-Isf (Italia) con la partecipazione di tutti i partner e partecipanti del progetto.* Questo obiettivo sottolinea l'importanza dei prodotti tipici nel sistema di agricoltura globale. L'indagine e la divulgazione di eventi legati al nocciolo e mandorlo nei Paesi europei valorizza i prodotti tradizionali ed incrementa la conoscenza sugli usi locali. Il nocciolo e mandorlo sono due colture strettamente interconnesse con le tradizioni locali e la memoria storica ad esse legate è un bene prezioso da trasferire alle giovani generazioni. Le attività hanno riguardato il coinvolgimento degli studenti di scuole superiori europee. La cono-

scenza delle pratiche tradizionali, dell'uso del suolo, della presenza di biodiversità nelle aziende è un aspetto importante ai fini della produzione sostenibile. In tal senso azioni coordinate a livello europeo sono state avviate per raccogliere informazioni e comparare le realtà produttive.

Realizzazione di una "core collection". *Partner di riferimento: Cita (Spagna), Inra (Francia) Università di Lubiana (Slovenia), Crab (Italia).*

Una prima azione è stata l'identificazione di varietà di mandorle non registrate nella Collezione di riferimento Europea presente in Spagna. Analisi biochimiche sono state completate sul materiale di interesse. L'obiettivo della realizzazione di una *core collection*, nasce dall'esigenza di favorire e promuovere l'utilizzo del germoplasma conservato. Spesso, infatti, a fronte di numerose accessioni conservate, non vi è un numero sufficiente di informazioni, soprattutto in riferimento ai caratteri agronomici e di resistenza che richiedono prove in ambienti diversi con repliche anche di diversi anni. La possibilità di operare su un campione di minori dimensioni, ma rappresentativo della variabilità genetica del germoplasma di base, offre un'opportunità per approfondire la conoscenza del patrimonio genetico arricchendo le possibilità di scelta. La *core collection* è stata identificata sulla base di un'ampia variabilità genetica di caratteri morfologici, biochimici e molecolari delle accessioni di mandorlo. Il passo successivo è stata la realizzazione di una banca del Dna per favorire ed accelerare l'uso del germoplasma in programmi di miglioramento genetico.

Realizzazione del database Europeo. *Partner responsabile: Enea (Italia). Tutti i partner coinvolti nel progetto.*

La diffusione delle informazioni raccolte nel corso dell'attività progettuale è un aspetto particolarmente importante. Per questo, la realizzazione del database SAFENUT offre uno strumento facile ed accessibile agli operatori del settore. Lo scopo di questo obiettivo è quello di modificare l'*Atlante Multimediale dei Prodotti Tipici* () che l'Enea ha realizzato in collaborazione con

Spazio Verde, organizzando un sistema informatico utile nella ricerca di base ed avanzata. Il sistema è stato impostato tenendo conto delle caratteristiche internazionali, ed include informazioni sul *passport data*, sui descrittori specifici, su informazioni bibliografiche delle cultivar analizzate nel progetto.

3. RISULTATI

Il primo risultato è stato la centralizzazione del germoplasma che ha interessato le collezioni di nocciolo e mandorlo a livello europeo. Tredici collezioni di nocciolo sono state censite tra i partner e una lista di 197 cloni e 58 selezioni è stata completata per verificare i possibili errori e le duplicazioni di materiale genetico. 180 varietà di mandorlo sono mantenute in collezioni spagnole, greche, portoghesi ed italiane.

Una vasta azione di reperimento di ecotipi e varietà abbandonate è stata portata avanti in Asturia (Spagna) Grecia, Italia e Portogallo: un totale di più di 140 ecotipi di nocciolo sono stati pre-selezionati e valutati per caratteristiche agronomiche e/o organolettiche. Tra questi il 30% sono stati identificati nuovi ecotipi sulla base delle valutazioni on farm. Un importante lavoro di selezione e recupero di cultivar di mandorlo è stato realizzato in Grecia, Slovenia ed Italia, (Fig. 2), in particolare in Abruzzo dove, in collaborazione con Enti lo-

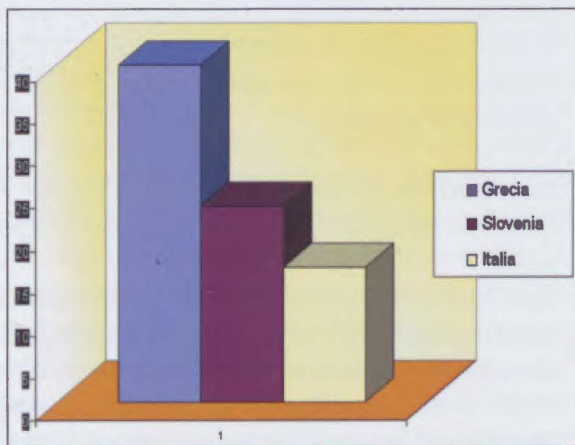


Fig. 2 Numero di varietà di mandorlo recuperate nei Paesi partner del Progetto SAFENUT.

cali, sono state recuperate e valorizzate varietà locali di mandorlo presenti ormai in pochi esemplari.

Con l'obiettivo di uniformare le valutazioni morfologiche del materiale vegetale, alcuni descrittori sono stati elaborati e armonizzati per le varietà e per i nuovi ecotipi. Questo aspetto è stato rilevante soprattutto per il nocciolo, dato che un precedente progetto AGRI GEN RES *Prunus* aveva già indicato le linee guida di caratterizzazione morfologica del mandorlo. Sono state classificate e valutate dal punto di vista morfologico 65 cultivar di nocciolo, utilizzando 48 descrittori della pianta, della fioritura e del frutto. Una lista più contenuta di descrittori è stata realizzata per la valutazione di ecotipi conservati nelle aziende.

Il gruppo di lavoro di SAFENUT è stato impegnato, inoltre, nella caratterizzazione del materiale genetico disponibile. Ogni anno, varietà tradizionali ed ecotipi selezioni *on farm* in ogni Paese partner, sono state inserite in un programma di caratterizzazione molecolare con marcatori SSR (vedi lavoro di Botta et al.). Più di 240 varietà di mandorlo e 295 accessioni di nocciolo sono stati valutati per verificare l'identità genetica. Tenendo conto dell'importanza nutraceutica delle due specie, particolare enfasi è stata data alla caratterizzazione biochimica valutando il contenuto in acidi grassi, tocoferoli, fenoli e sostanze minerali in 110 accessioni di entrambe le specie. Nelle Fig. 3, 4, 5 è riportata la variabilità in contenuto totale, acido oleico e Vitamina E del germoplasma europeo analizzato.

Il contenuto di oli ha presentato una discreta variabilità da un minimo di 40.22% al un massimo di 67.21%. Valori elevati sono stati identificati nelle accessioni *Istrska okrogloplodna Leska* (Slovenia) e nella cultivar italiana *Avellana Speciale*. Il componente principale, l'acido oleico ha evidenziato una media totale dell'80.03% e il linoleico si è attestato su valori pari al 10.73%. L'olio ha presentato un contenuto in acidi grassi saturi rispettivamente di 6.12% palmitico e 2.61% stearico. L'analisi sui tocoferoli ha confermato che la forma 'alpha' è quella principale dimostrando un contenuto medio di 196.15 ppm. I valori più elevati sono stati identificati nelle cultivar di nocciolo: *Gunslebert*, *Segorbe*, *Corylus maxima a pellic. blanche*, *Cosford*, *Ferwiller*, *Paue-*

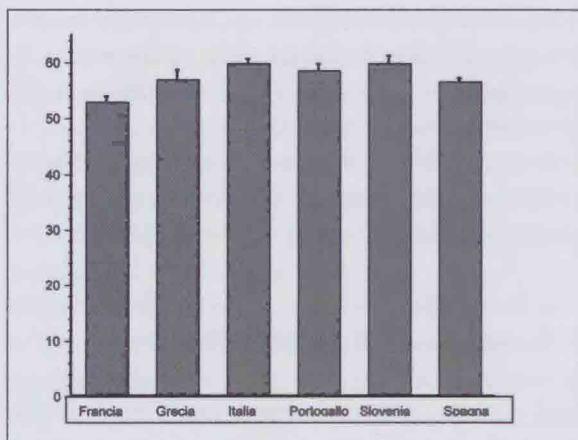


Fig. 3 Contenuto totale in lipidi nelle cultivars di Paesi Europei.

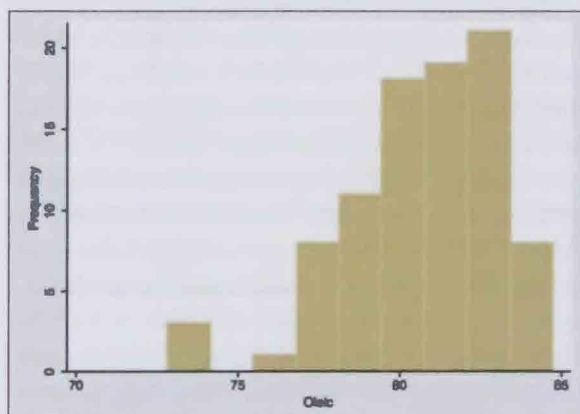


Fig. 4 Variabilità del contenuto in acido oleico (%) nel germoplasma di nocciolo Europeo.

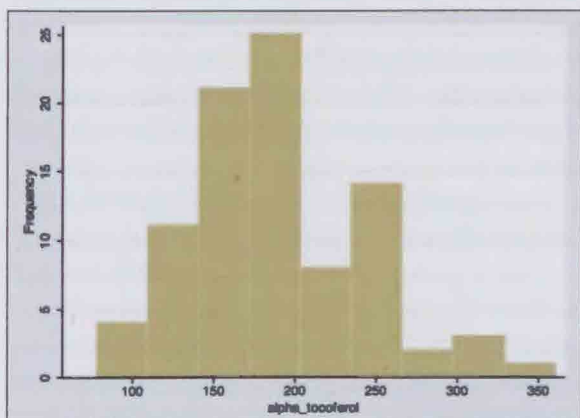


Fig. 5 Variabilità del contenuto in Vitamina E (mg/100g) nel germoplasma di nocciolo Europeo.

tet, *Longue d'Espagne*. Il contenuto in fenoli è stato analizzato in 16 accessioni francesi, 10 greche, 7 portoghesi, 9 spagnole, 7 slovene e 25 Italiane. Utilizzando la tecnica HPLC tandem MS, è stata confermata la presenza di 13 fenoli appartenenti al gruppo dei flavan-3-ols, dei flavonoidi, dell'acido benzoico. In molte delle accessioni studiate il contenuto di catechina è stato predominante variando da 2.62 mg/kg a 77.37 mg/kg. Le analisi hanno interessato anche il contenuto totale di potassio, calcio, fosforo, magnesio e la quantità totale di proteine. Il contenuto di potassio ha presentato un grado di variazione tra 380.4 e 1042.0 mg/100g, il calcio tra 220.2 and 721.4 mg/100g e il contenuto proteico tra 8.3 and 20.9%.

Consapevoli che molte delle misure indicate sono influenzate dalle condizioni esterne dell'ambiente e delle pratiche colturali, sono state identificate 7 cultivar di riferimento coltivate nei 6 paesi partner che sono state monitorate negli anni di attività per valutare, oltre all'effetto fenotipico, anche l'influenza dei fattori esterni. L'analisi multivariata delle variabili in esame ha rilevato come i dati morfologici siano risultati esenti dall'effetto ambientale, a differenza dei componenti biochimici.

Un'attività trasversale ha interessato il recupero della memoria storica legato alle risorse genetiche analizzate dal progetto. Il gruppo di lavoro di SAFENUT ha sempre ben sottolineato l'importanza delle tradizioni e della *cultura*, in senso lato, legata alle risorse genetiche (Bacchetta et al., 2008 a e b). A tale proposito, una ricognizione sugli eventi tradizionali delle due specie in ambito europeo ha portato alla pubblicazione di una rivista con informazioni sulle sagre e gli eventi popolari legati alle due colture, prodotta sia in lingua locale che in inglese.

Sono inoltre stati elaborati questionari per intervistare gli studenti di scuole superiori presenti nei 6 Paesi Europei; domande molto semplici hanno permesso di comprendere il livello di conoscenza dei giovani consumatori sulle piante di nocciolo e mandorlo ed sul loro ruolo nella dieta alimentare. Inoltre, le interviste estese a genitori e nonni hanno permesso di raccogliere informazioni utili su prodotti trasformati e sul reperimento



Fig. 6 Portale del Database europeo SAFENUT.

di genotipi conservati *on farm*. Tale azione, effettuata in parallelo nei diversi Paesi partner, ha portato alla produzione ed elaborazione di 2.097 questionari.

Un'attività analoga è stata rivolta agli agricoltori: un questionario, realizzato dall'Enea, è stato inviato ai partner per intervistare gli operatori del settore nei diversi paesi coinvolti. Tale azione ha avuto lo scopo di verificare e comparare le tecniche e le pratiche agricole nei mandorleti e nocioleti. Interessanti valutazioni sulla biodiversità aziendale e sugli aspetti economici stanno emergendo dall'elaborazione di questi dati.

Un altro risultato importante del progetto europeo SAFENUT, interessante al fine di migliorare l'efficienza nell'utilizzo delle risorse genetiche conservate, è stato quella della definizione di una *core collection* (Upadhyaya et al., 2006). Questo strumento proposto da Brown (1989) e da Brown et al. (1989) ha il merito di indicare un criterio per la definizione di un campione che sia rappresentativo della variabilità genetica della collezione di base. Su tale campione risulta più facile effettuare valutazioni su caratteri quantitativi come ad esempio quelli agronomici, che richiedono prove in più località e per più anni. La disponibilità di tali informazioni facilita promuove un utilizzo più appropriato del germoplasma da parte dei *breeders* e degli operatori finali. Tale risultato a valle del processo di ca-

ratterizzazione varietale è in corso di realizzazione avvalendosi di elaborazioni statistiche multivariate e di raggruppamento in grado di correlare le diverse componenti analizzate.

L'efficienza nell'utilizzo delle risorse genetiche di nocciolo e mandorlo è stata quindi promossa attraverso la realizzazione del database Europeo SAFENUT.

4. IL DATABASE SAFENUT

La diffusione delle informazioni e una testimonianza delle stesse in materia di risorse genetiche vegetali s'impone per la pianificazione e l'implementazione di attività relative alla conservazione, l'uso sostenibile e la condivisione di benefici derivati dal loro utilizzo (Agrawa et al., 2007; Glaszmann et al., 2010). La necessità di sviluppare, conservare e scambiare tali informazioni è specificamente riconosciuta nella Convenzione sulla Diversità Biologica (articoli 7d e 17). Il database SAFENUT, di cui l'Enea è responsabile in collaborazione con Spazio Verde srl (Padova, Italy), è il prodotto che concretamente raccoglie tutte le informazioni reperite nel progetto e ne permette la fruizione a un pubblico più vasto.

Nel modello concettuale del database sono state individuate tre grandi aree di intervento: l'acquisizione dei dati, le politiche di accesso, gli strumenti amministrativi, i risultati.

Nei dati sono incluse informazioni categorizzate che possono essere numeriche o descrittive, così come foto, documenti di testo o elettronici o cartografici. I dati sono stati forniti dalle attività di SAFENUT, dall'*Atlante nazionale multimediale Scigno* e dal database *Prunus*. Le politiche di accesso regolamentano l'accesso agli utenti, ai portatori d'interesse, agli amministratori. Tre sono i diversi livelli di accesso considerati: l'accesso pubblico; l'accesso ai partner (riservato ai gruppi di lavoro SAFENUT) e l'accesso privato, ristretto al gestore del database SAFENUT che è in grado di modificare e correggere i dati inseriti dagli altri partner.

La banca dati è stata strutturata in accordo e compatibilmente con le specifiche del *Multi-Crop Passport Descriptors* (MCPD) definito da Ipgr e Fao e dai risul-

tati scientifici del progetto SAFENUT. Il set completo delle variabili è disponibile dall'avvio del progetto sulla base dei dati scientifici presentati dai vari partner. L'implementazione di ulteriori variabili è stata resa possibile in modo dinamico dall'amministratore del sistema mediante tecniche di *data dictionary*. La ricerca all'interno del database è stata inoltre resa possibile per qualsiasi tipo di variabile/dato inserito.

La gestione degli utenti e le politiche di accesso prevedono la regolamentazione, le restrizioni e il controllo su tutti gli utenti del database, siano essi semplici fruitori, fornitori di dati, amministratori di sistema. Agli utenti amministratori è stato consentito di effettuare manipolazioni del database, bloccare altri utenti ed effettuare altre azioni che si ritengano appropriate al buon funzionamento dello stesso. Attraverso l'interfaccia del portale è possibile estrarre i dati memorizzati. L'insieme dei dati da esportare è determinato da una o più selezioni effettuate sul database. I dati sono resi disponibili nel formato XML e vengono fornite tutte le indicazioni atte a importare gli stessi nei più diffusi sistemi di gestione (MSOffice, openoffice, Spss, R, MatLab, etc.). Il database realizzato è sempre accessibile agli utenti tramite il portale: www.safenut.net.

La parte *pubblica* del sito è stata progettata e costruita tenendo conto delle "Disposizioni per favorire l'accesso dei soggetti disabili agli strumenti informatici" e delle indicazioni metodologiche proposte dal W3C. Le informazioni disponibili nel database riguardano i descrittori specifici e i *passport data* delle singole accessioni, le foto, note bibliografiche e caratteristiche biochimiche e molecolari. Il database offre inoltre altre informazioni quali la lista degli ecotipi e delle cultivar recuperate.

Oltre alla sezione pubblica, il database contiene una sezione dedicata ai partner del progetto e agli amministratori del sistema.

Il database SAFENUT concede due tipologie di ricerca: quella di base, selezionando la specie accedendo alla lista di accessioni, e quella avanzata, nella quale vengono mostrati tutti gli argomenti. L'utente può fare riferimento a più di un argomento. L'utente registrato ha l'opportunità di modificare ed aggiungere dati utiliz-

zando una sezione privata particolare per lo scambio di informazioni tecniche.

5. CONCLUSIONI

Il nocciolo e il mandorlo sono due colture mediterranee di rilevante importanza nell'ambito delle specie a frutta secca, non solo per il loro interesse economico ma anche per loro valenza sociale, essendo colture coltivate da millenni. A esse sono legati molti dei costumi locali e dei prodotti tradizionali. L'esperienza europea maturata ha consentito innanzitutto di creare un efficiente gruppo di lavoro che si è attivato integrando competenze e disponibilità tecniche. L'elevata quantità di informazioni morfologiche, biochimiche e molecolari raccolte durante gli anni di attività hanno permesso di riorganizzare e di incrementare la conoscenza sulle potenzialità delle risorse genetiche conservate con ricadute importanti sui programmi di *breeding* europei e nazionali ai fini di una maggiore competitività dei nostri prodotti. Questo aspetto ha implicazioni importanti visto il quadro internazionale dove la competizione con il prodotto turco ed americano, rispettivamente per il nocciolo e il mandorlo, dominano il mercato internazionale. La qualità dei nostri prodotti è l'aspetto prioritario sia per rilancio della coltura del mandorlo in molte aree nelle quali è stato soppiantato sia per il rafforzamento del mercato corilicolo. La recente approvazione comunitaria dell'incremento del livello di aflatossine in tali prodotti ha peggiorato il quadro economico e ha messo in allarme gli operatori del settore che hanno richiesto con forza una strategia nazionale di protezione delle nostre produzioni.

La conoscenza delle potenzialità del germoplasma europeo risulta un elemento importante alla base di questa strategia. La realizzazione di *core collection* ottimizza la gestione delle risorse genetiche favorendone un utilizzo più efficiente. Maggiori, infatti, sono le informazioni relative alle singole accessioni oggetto di più numerose sperimentazioni agronomiche. Il database costituisce un valido strumento a disposizione di personale tecnico, di ricercatori ed operatori del settore che ha tra i suoi pregi la possibilità di essere implementa-

to ed arricchito nelle sue informazioni. Questo è uno degli aspetti cruciali alla fine di un progetto comunitario: la possibilità di trovare finanziamenti per il mantenimento e l'ulteriore diffusione di una banca dati collegata con le più importanti collezioni di germoplasma virtuali. Una necessità che diventa un doveroso impegno per valorizzare il lavoro fin qui svolto.

Il Progetto SAFENUT è stato coordinato da: Bacchetta L., Di Giovanni B., Aramini M., Tronci C., Canese S. e Padovani LM. di Enea, UTAGRI - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile. Vi hanno preso parte in qualità di partner: D. Avanzato, Istituto Sperimentale per la Frutticoltura

(CRA), Italy; R. Botta, Università degli Studi di Torino (Unito), Italy; B. BELLON, Spazio Verde srl; P. Boccacci, Università degli Studi di Torino (Unito), Italy; V. Di Giammatteo, Consorzio di Ricerche Applicate alla Biotecnologia (Crab), Italy; P. Drogoudi, National Agricultural Research Foundation – Pomology Institute (Nagref), Greece; H. Duval, Institut National de la Recherche Agronomique (Inra); I. Metzidakis, National Agricultural Research Foundation – Institute of Olive Trees and Subtropical Plants (Nagref- Ispot), Greece; M. Rovira, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (Irta), Spain; J. P. Sarraquigne, Association Nationale des Producteurs de Noisettes (ANPN); A. P. Silva, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Utad), Portugal; R. Socias, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA); A. Solar, Univerza V Ljubljani, Biotehniška Fakulteta, Slovenia; (12) D. Spera, Consorzio di Ricerche Applicate alla Biotecnologia (CRAB), Italy.

BIBLIOGRAFIA

AGRAWAL R.C., BEHERA D, SAXENA S., 2007. *Genebank Information Management System (GBIMS). Computers and Electronics in Agriculture* 59: 90-96.
BACCHETTA L., . AVANZATO, R. BOTTA, B. BELLON, P. BOCCACCI P. DROGOUDI, I. METZIDAKIS, M. ROVIRA, A. P. SILVA, A. SOLAR, D. SPERA, 2008. First results of SAFENUT: a European project for the preservation and utilization of hazelnut local genetic resources *Acta Horticulture* 845, pp 66-60
BACCHETTA L., ARAMINI M., BERNARDINI C., RUGINI E., 2008. *In vitro* propagation of traditional hazelnut varieties as a tool for valorization and preservation of genetic resources. *HortScience*, April 2008; 43: 562 – 566.
BROWN AHD , 1989. *The case for core collections. In The use of plant Genetic resources*. Edited by Brown AHD,

Frankel OH, Marshall DR, Williams JT. Cambridge UK: Stralinger P. Cambridge University Press: 1989:135-156.
GLASZMANN JC, KILIAN B., UPADHYAYA HD, VARSHNEY RK, 2010. *Accessing genetic diversity for crop improvement*. *Current opinion in Plant Biology* 13: 167-173.
Tree Nuts Rapporto Europeo, 2010. Europa-27
UPADHYAYA HD, GOWDA CLL, BUHANWALLA HK, CROUCH JH, 2006. *Efficient use of crop germplasm resources: identifying useful germplasm for crop improvement through core and mini-core collections and molecular marker approaches*.

Caratterizzazione genetica del germoplasma di nocciolo europeo nel Progetto EU SAFENUT

Dna-typing of the european hazelnut germplasm within the EU SAFENUT project

Botta R.⁽¹⁾, Boccacci P.⁽¹⁾, Aramini M.⁽²⁾, Bacchetta L.⁽²⁾, Beltramo C.⁽¹⁾, Cristofori V.⁽³⁾, Drogoudi P.⁽⁴⁾, Marra F.P.⁽⁵⁾, Metzidakis I.⁽⁶⁾, Rovira M.⁽⁷⁾, Sarraquigne J.⁽⁸⁾, Silva A.P.⁽⁹⁾, Solar A.⁽¹⁰⁾, Torello Marinoni D.⁽¹⁾

- ¹ Dipartimento di Colture arboree (Dcat), Università degli Studi di Torino, Grugliasco (TO), Italia
- ² Ente per le Nuove Tecnologie (Enea), l'Energia e l'Ambiente, Casaccia, Roma, Italia
- ³ Dipartimento di Produzione Vegetale (DIPROV)
- ⁴ National Agricultural Research Foundation (Nagref), Pomology Institute, Naoussa, Grecia
- ⁵ Dipartimento Demetra, Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italia
- ⁶ National Agricultural Research Foundation (Nagref), Institute of Olive Trees and Subtropical Plants, Crete, Grecia
- ⁷ Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (Irta), Mas de Bover, Crta, Constantí (Tarragona), Spagna
- ⁸ Association nationale des producteurs de Noisette (Anpn), Cancon, Francia
- ⁹ Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Utad), Vila Real, Portogallo
- ¹⁰ Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta, Ljubljana, Slovenia

Parole chiave: *Corylus avellana*, cultivar, DNA, SSR, biodiversità

Keywords: *Corylus avellana*, cultivar, DNA, SSR, biodiversity

Abstract

L'Italia e la Spagna rappresentano i principali Paesi produttori di nocciole dell'Unione Europea, insieme con Francia, Portogallo, Slovenia e Grecia. L'Italia, con circa 120.000 t, è il secondo produttore mondiale di nocciole con una superficie totale di circa 72.000 ha. Sebbene esista un ampio e variegato germoplasma, la coltivazione del nocciolo in Europa è basata su un numero limitato di cultivar. Il progetto AGRI GEN RES SAFENUT aveva lo scopo di conoscere e valorizzare le risorse genetiche del nocciolo e del mandorlo per ampliare la piattaforma varietale esistente, salvaguardare la biodiversità e fornire materiale interessante per i programmi di miglioramento genetico. Nel triennio 2007-2010 un totale di 295 accessioni, di cui 166 cultivar provenienti da diversi campi collezione europei e 129 cultivar minori ed ecotipi selezionati (*landraces*) individuati *on-farm*, sono state analizzate mediante l'impiego di un set di 10 marcatori molecolari microsatelliti (SSR) altamente polimorfici.

Le analisi del DNA hanno permesso di verificare l'identità genetica delle accessioni in collezione e l'esistenza di possibili sinonimie tra gli ecotipi individuati, grazie anche al confronto con i profili genetici disponibili nella banca dati del Dipartimento di Colture Arboree di Torino. L'analisi del DNA microsatellite si è rivelata un mezzo efficace per la corretta identificazione delle cultivar ma con qualche limite di fron-

te alle accessioni derivate da mutazione. Questo aspetto sottolinea l'importanza di un approccio integrato che consideri aspetti morfologici, fenologici e molecolari. Il lavoro svolto ha consentito il riordino delle principali collezioni europee e la raccolta di nuovo germoplasma che potrà essere conservato e valorizzato, una volta valutati i dati carpologici e chimici delle produzioni, attraverso l'introduzione in coltura o nel miglioramento genetico.

The European project SAFENUT was aimed at increasing the knowledge on the European germplasm of hazelnut and almond. In this paper the results of the genetic characterisation of the hazelnut germplasm are presented with particular emphasis on the Italian one. A total of 295 accessions, including 129 local landraces rescued on farm and 166 accessions with cultivar names from germplasm collections, were DNA-typed using 10 SSR loci selected for their high polymorphism. The molecular markers identified 77 unique genotypes among the 166 accessions with cultivar names due to several duplications of the same cultivar and to cases of synonymy or mislabelling. For 89 out of 295 accessions the genetic identity was confirmed, while 123 accessions were classified as mislabelled or possible new cases of synonymy. Seventy eight accessions presented a new genotype and 5 where sports of known cultivars. The results enabled the correction of the main European collections and started the process of rescue of new germplasm. Future work will also consider data obtained from chemical and carpological characterisation with the aim of using the genetic resources either for cultivation or as material in breeding programs.

1. INTRODUZIONE

Italia e Spagna sono i principali Paesi produttori di nocchie dell'Unione Europea ed occupano la seconda e quarta posizione a livello mondiale dopo rispettivamente la Turchia e gli Stati Uniti. Altri Paesi produttori sono Francia, Portogallo, Slovenia e Polonia.

In Italia, la superficie coltivata a nocciolo interessava circa 36.000 ha nel 1950, è passata a 50.000 ha nel 1970 e a 70.000 ha nel 1982. Da allora la situazione non è variata di molto fino ad oggi. L'attuale area coltivata ammonta a 72.039 ha (Istat, 2009) con una produzione di 119.344 t in guscio (media del periodo 2005-2010). Quasi tutta la superficie coltivata è ubicata in quattro regioni che rappresentano il 98% della produzione nazionale: Campania, Lazio, Sicilia e Piemonte. Il 33% della superficie nazionale si trova in Campania; le cultivar più importanti sono: "Mortarella" (38%), "San Giovanni" (37%), "Tonda di Giffoni" (12%).

Nel Lazio la coltivazione rappresenta il 27% della superficie nazionale investita e si trova intorno ai mon-

ti Cimini, nel viterbese. La cultivar 'Tonda Gentile Romana' rappresenta oltre l'85% della produzione locale mentre la varietà "Nocchione" è utilizzata come impollinatore principale (Bignami, 2002).

In Sicilia si trova il 21% dell'area nazionale investita a nocciolo, ma solo parte della superficie viene raccolta (3.800 ha, secondo Alberghina, 2002). La cultivar predominante (chiamata "Siciliana" da Alberghina, 1982) è conosciuta sotto nomi differenti nelle diverse aree; esiste inoltre un certo numero di cultivar minori, alcune delle quali sono utilizzate per impollinare la cultivar principale.

Il Piemonte, con circa 13.000 ha, rappresenta il 17% della superficie nazionale coltivata a nocciolo. La cultivar "Tonda Gentile delle Langhe" è praticamente l'unica diffusa in regione per le sue caratteristiche qualitative di eccellenza.

La specie è anche presente in Liguria, Sardegna, Emilia, Veneto e Calabria che insieme fanno il 2% della produzione nazionale.

In Spagna il nocciolo è coltivato prevalentemente nella provincia di Tarragona (84%). L'area totale investita è pari a circa 12.482 ha con una produzione di 22.432 t. "Negret" è la cultivar principale (80%), ma si stanno diffondendo "Pauetet", "Tonda di Giffoni" e "San Giovanni". Nei corileti sono presenti come impollinatori "Gironell", "Segorbe" e "Vermellet". Cultivar minori sono "Gironell", "Morell", "Grifoll", "Culplà", "Trenet", "Ribet" e "Vermellet".

In Francia il nocciolo è coltivato prevalentemente nelle zone di Cancon (Dipartimento Lot-et-Garonne) e Montauban (Dipartimento Tarn-et-Garonne). L'area interessata è di 3.400 ha rappresentati da corileti intensivi associati alla cooperativa Unicoque. Vi sono, inoltre, circa 100 ha gestiti da produttori indipendenti e 500 ha di impianti tradizionali presenti in Corsica. L'attuale produzione è di 7.500 t per Unicoque (in aumento per l'espansione degli impianti) e di 150-200 t in Corsica. Le cultivar principali sono "Pauetet" (26,7% dell'area), "Corabel" (25,4%), "Ennis" (19,6%), "Segorbe" (13,3%), "Fertile de Coutard" (8,4%). Sono usati come impollinatori: "Meraviglia di Bollwiller" e "Jemtegaard". Cultivar minori: "Butler" (3%) e "Tonda di Giffoni" (3%).

La coltivazione del nocciolo in Grecia è nata a seguito dell'insediamento di immigrati greci provenienti dalla regione del Ponto (Nord della Turchia). Questo è il motivo per cui cultivar di origine turca come "Sivri giaghli" e "Tombul giaghli" sono ancora oggi presenti in questo Paese. La coltivazione intensiva è iniziata nei primi anni 70, raggiungendo un massimo di 8.000 ha negli anni 80, per poi ridursi fino a soli 652 ha (2007). La produzione attuale è intorno alle 1.500 t.

In Portogallo esistono pochissimi corileti specializzati e la produzione è basata fondamentalmente su piante sparse o associate ad altre colture. Attualmente la superficie investita è di circa 600 ha con una produzione stimata di 500 t. Il nocciolo si trova prevalentemente nella zona di Beira Litoral (Regione di Viseu) e del Trás-os-Montes (Moimenta da Beira e Sernancelhe). Le cultivar più rappresentative sono "Grada de Viseu" (~60%), "Comum" (20%), "Barcelona", "Butler" e "Negret".

In Slovenia il nocciolo è coltivato prevalentemente nelle regioni di Štajerska, Celjska kotlina e Posavje. L'area investita è di circa 100 ha (1,7% della superficie con specie da frutto), con una produzione media di 200 t. Le cultivar principali sono "Istrska dolgoplodna leska" ("Istrian lunga", 90%) e "Tonda di Giffoni" (10%).

Il progetto europeo AGRI GEN RES (Genetic Resources in Agriculture) SAFENUT ("*Safeguard of almond and hazelnut genetic resources: from traditional uses to modern agro-industrial opportunities*") ha coinvolto 6 Paesi (Italia, Spagna, Portogallo, Francia, Slovenia e Grecia) e aveva lo scopo di approfondire le conoscenze sul germoplasma europeo di nocciolo e mandorlo.

Gli obiettivi prevedevano sia la descrizione delle principali cultivar nelle collezioni europee, sia il recupero e la valorizzazione del germoplasma locale a rischio di estinzione. Il lavoro di caratterizzazione è stato svolto attraverso osservazioni morfologiche, rilievi fenologici ed analisi biochimiche e molecolari, considerando anche aspetti ecologici e culturali.

In questo articolo vengono presentati alcuni risultati della caratterizzazione genetica del germoplasma di nocciolo con particolare attenzione verso quello italiano reperito in diverse aree del Paese. Per le analisi sono stati studiati i polimorfismi di 10 loci microsatelliti o SSR, un tipo di marcatore particolarmente adatto all'identificazione varietale utilizzato ormai in quasi tutte le specie vegetali. Si tratta di sequenze ripetute di DNA presenti in punti specifici del genoma (loci) che, opportunamente analizzate, consentono di distinguere gli individui in base a differenze della loro lunghezza (alleli), rese misurabili dalla tecnica di amplificazione ed elettroforesi del Dna.

In *Corylus avellana* L. sono stati isolati recentemente circa 200 loci microsatelliti (Bassil et al., 2005a, 2005b; Boccacci et al., 2005; Gurcan et al., 2010) che sono stati usati per identificare errori nelle collezioni (Gökirmak et al., 2009), verificare sinonimie (cultivar con nomi diversi che hanno il medesimo genotipo e sono quindi la stessa entità varietale), ipotesi di parentela e per studiare le relazioni filogenetiche tra cultivar (Ghanbari et al., 2005; Boccacci et al., 2006, 2008, 2009; Gö-

kirmak et al., 2009). Molti loci SSR sono stati mappati, ovvero se ne conosce la posizione sui cromosomi di nocciolo (Mehlenbacher et al., 2006). Nel progetto SAFENUT sono state caratterizzate geneticamente cultivar campionate in diverse collezioni europee, cultivar minori ed ecotipi selezionati (*landraces*) individuati con l'esplorazione del territorio.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Materiale vegetale ed analisi del Dna microsatellite

In una prima fase del lavoro sono stati scelti i 10 loci microsatelliti da impiegare per la caratterizzazione molecolare del germoplasma. La selezione è avvenuta sulla base di dati riguardanti il polimorfismo dei loci, desunti da lavori recentemente pubblicati (Bassil et al., 2005a, 2005b; Boccacci et al., 2005; Gurcan et al., 2010) e successivamente valutando 16 loci su un gruppo di 75 cultivar scelte per rappresentare 4 aree di coltivazione: Italia, Spagna, Turchia, Iran. Lo studio aveva lo scopo di individuare loci non associati tra loro integrando informazioni esistenti (posizione dei loci sulle mappe; Mehlenbacher et al., 2006) con elaborazioni statistiche dei dati ottenuti dal presente lavoro.

I 10 loci selezionati (CAT-B107, CAT-B501, CAT-B502, CAT-B503, CAT-B504, CAT-B505, CAT-B507, CAT-B508, CAC-B020 e CAC-B028) sono stati utilizzati successivamente per caratterizzare un totale di 295 accessioni, di cui 129 *landraces* e 166 accessioni appartenenti a cultivar note presenti in diversi campi collezione europei realizzati e curati da: Dipartimento di Colture Arboree di Torino (DCAT), Dipartimento Demetra (Università degli Studi di Palermo), Enea e Cra di Roma e Caserta, Irta di Reus (Spagna), Inra di Bordeaux (Francia), Biotehniska Fakulteta of Ljubljana (BF, Slovenia), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Utad). Le *landraces* sono state individuate in aziende agricole o ai margini delle aree corilicole dei Paesi partecipanti al progetto. I campionamenti di materiale vegetale per l'estrazione del Dna sono stati eseguiti da singole piante cui è stato attribuito un

codice utilizzato per identificarle come entità uniche (accessioni). Il Dna è stato estratto da 0,2 g di foglie o amenti immaturi utilizzando il metodo di Thomas et al. (1993) modificato. La PCR e l'analisi SSR sono state eseguite da DCAT (CAT-B107, CAT-B501, CAT-B502, CAT-B504, and CAC-B028) ed ENEA (CAT-B503, CAT-B505, CAT-B507, CAT-B508, and CAC-B020) secondo la tecnica descritta da Boccacci et al. (2006).

2.2 Analisi statistiche

Per la scelta dei 10 loci SSR dai 16 preselezionati, i risultati sono stati elaborati con i software Genepop (Raymond and Rousset, 1995) ed F-Stat (Goudet, 1995) al fine di individuare associazioni tra i loci e scartare quelli meno informativi. Attraverso l'analisi delle coordinate principali (PCO) si sono studiate le relazioni genetiche tra le cultivar delle 4 aree visualizzandole su un grafico.

I dati ottenuti dalle analisi dei 10 loci SSR scelti per lo studio su 295 accessioni sono stati elaborati con il software Identity 1.0 (Wagner and Sefc, 1999) per calcolare le frequenze alleliche, l'eterozigosi attesa (H_e) e la probabilità di identità (PI). I profili genetici ottenuti sono stati confrontati con quelli delle 215 accessioni presenti nella banca dati del DCAT.

3 RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1 Efficacia dei marcatori microsatelliti

In una fase preliminare del lavoro sono stati scelti i marcatori da utilizzare studiando 75 cultivar provenienti da 4 diverse aree geografiche. Le elaborazioni statistiche hanno consentito di selezionare 10 loci microsatelliti (CAT-B107, CAT-B501, CAT-B502, CAT-B503, CAT-B504, CAT-B505, CAT-B507, CAT-B508, CAC-B020, CAC-B028) dotati di elevato polimorfismo, facili da analizzare e non associati tra loro. Questi marcatori sono stati inseriti tra i descrittori suggeriti per il nocciolo da Bioversity International (2008) e sono stati utilizzati per caratterizzare tutte le accessioni del progetto SAFENUT.

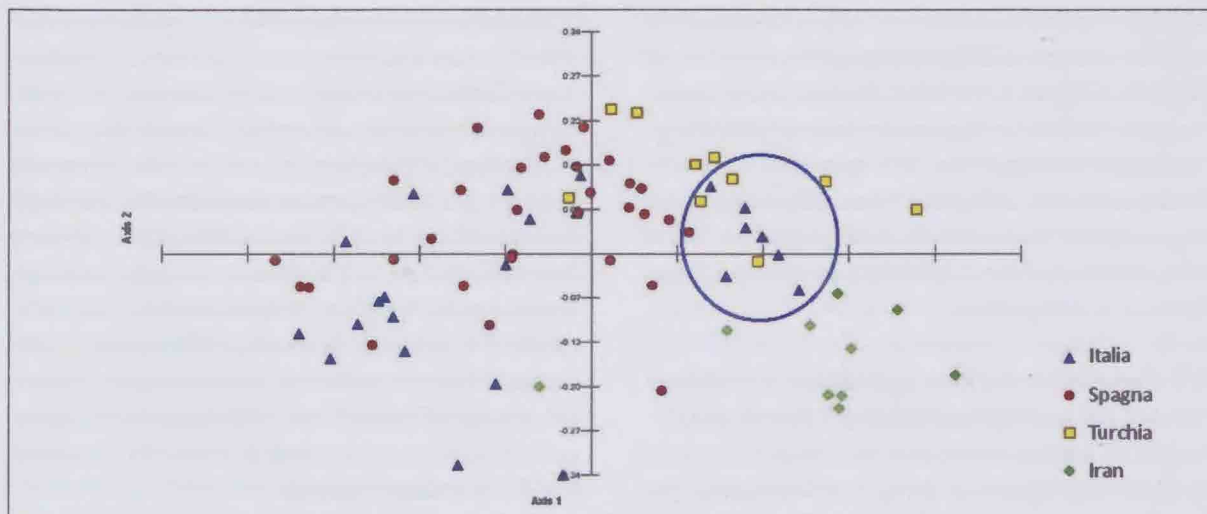


Fig. 1 Analisi PCO che raggruppa le cultivar in base alle similarità genetiche: è evidente la separazione del germoplasma delle aree geografiche più orientali da quello di Italia e Spagna. Fanno eccezione le cultivar liguri (cerchiate) che si collocano tra quelle turche (figura tratta da Boccacci e Botta, 2010, su autorizzazione Elsevier).

Dallo studio preliminare si sono anche tratte informazioni sulle relazioni genetiche tra le cultivar delle 4 aree (Fig. 1): è evidente la vicinanza tra germoplasma italiano e quello spagnolo che appare mescolato, mentre le cultivar turche ed ancor più quelle iraniane si trovano separate ad indicare una struttura genetica più distante. Solo alcune varietà locali della Liguria si posizionano nel gruppo delle turche ad indicare una possibile introduzione di germoplasma dall'Anatolia verso l'entroterra genovese, presumibilmente attraverso il porto di Genova.

3.2 Caratterizzazione genetica delle cultivar nelle collezioni europee

I 10 loci utilizzati per la caratterizzazione genetica hanno identificato 77 genotipi unici tra le 166 accessioni con nomi di cultivar provenienti da campi collezione. La sproporzione tra numero di casi analizzati e genotipi effettivi indica che erano presenti duplicazioni, nomi errati e situazioni di sinonimia. In generale, il confronto tra i profili genetici ottenuti con quelli presenti nella banca dati del DCAT ha permesso di verificare la rispondenza varietale della maggior parte delle cultivar nel-

le collezioni individuando anche alcuni errori. La probabilità di identità calcolata con metodi statistici su tutti i loci era di $3,73 \times 10^{-12}$, pertanto le accessioni con genotipo identico sono state considerate appartenenti alla stessa cultivar.

Le analisi hanno confermato alcune sinonimie riportate in bibliografia come quelle tra "Nocchione" (Lazio) e diverse cultivar siciliane tra cui "Montebello", "Comune di Sicilia", "Mansa" e "Nostrale", indicando l'esistenza di una cultivar principale diffusa in Sicilia. Hanno inoltre individuato ulteriori accessioni recanti lo stesso profilo del "Nocchione" che potrebbero quindi esserne cloni o mutazioni: "Locale di Piazza Armerina" (Sicilia), "Iannusa racinante" (Sicilia) e "Avellana speciale" (origine sconosciuta). Il confronto tra i dati di laboratorio e di campo ha consentito il recupero della collezione Slovena individuando alcuni errori e sinonimie, come quella tra "Bandnuss" (Gran Bretagna) e "Apolda" (collezione Università di Torino).

Sono stati osservati due casi di possibile mutazione: a) 'Santa Maria di Gesù' (Sicilia) è risultata un mutante clonale di "Nocchione" da cui differisce per una differenza di 2 bp ad uno degli alleli del locus CAT-B501;

b) "Negret primerenc" clone 1-77 (Spagna) presentava lo stesso genotipo di "Negret" (Spagna), tranne che per un allele del locus CAT-B502. In altri casi, al contrario, evidenti differenze clonali non sono state discriminate dall'analisi genetica. Un esempio è quello della cultivar "Tonda di Biglini" (Piemonte) che ha lo stesso genotipo di "Tonda Gentile delle Langhe" per 24 loci SSR, sebbene presenti differenze carpologiche, produttive e fenologiche.

3.3 Caratterizzazione genetica di cultivar minori ed ecotipi selezionati (landraces)

Sono state analizzate un totale di 129 landraces di cui 80 erano state reperite in Italia, 17 in Portogallo, 15 in Grecia, 11 in Spagna e 6 in Slovenia. I dati genetici hanno indicato l'esistenza di numerosi casi di identità nell'ambito delle landraces e tra queste e cultivar note, ma anche la presenza di nuovi genotipi.

Nell'ambito del germoplasma italiano sono stati individuati nuovi genotipi in Liguria ("Noscello", "Ciasetta", "Tapparona", "Dell'Orto", "Gianchetta", "Seigretta", "Bardina", "Del Rosso", "Lunghera" e "Menoia") e Lazio ("Itavex", "Allungata", "Madonnella", "Casamale", "Cappello del prete", "Nocciola Ada", "Lunga di Ronciglione", "Nocciola centenaria"). Una accessione

("Meloni") con lo stesso profilo di "Tonda Gentile Romana" è stata selezionata per la precocità di maturazione. Il materiale campionato in Piemonte si presentava geneticamente uniforme ed identico alla cultivar "Tonda Gentile delle Langhe", con l'unica eccezione dell'ecotipo "Cavoretto" reperito al di fuori dell'area di coltivazione tipica. In Italia sono state inoltre recuperate, in collaborazione con le Istituzioni locali, nuove accessioni in Sardegna e in Sicilia. Delle 23 accessioni siciliane 7 mostravano lo stesso profilo genetico della "Mansa" (e dei suoi sinonimi) e pertanto appartenevano alla principale cultivar della Regione. Il materiale raccolto in Sardegna nei comuni di Belvi e Tonara era costituito da 6 nuovi genotipi.

Delle 11 accessioni spagnole reperite nelle Asturie, 3 sono state classificate come nuovi genotipi mentre 8 erano molto vicine geneticamente a "Casina", la cultivar più diffusa in quest'area. Alcune accessioni del Portogallo risultavano identiche a cultivar note per i 10 loci SSR e sono quindi probabili sinonimi di queste: "Raul" con "Karidaty" (Turchia, sinonimo "Imperiale di Trebisonda"), "Dawton", "Purpurea" e "Cartuxeria/Tubulosa" con "Fructo rubro", "Provence" e "Grada de Viseu" con "Barcelona" (sinonimi: "Castanyera" in Spagna, e "Fertile de Coutard" in Francia); "Molar" presentava il profilo genetico di "Pauetet" (Spagna; fig. 2) ma aveva alcune caratteristiche morfologiche distintive che fanno supporre si tratti di una mutazione di quest'ultima cultivar. Al contrario, "Quinta Vila Nova Do Rego" è stata classificata come nuovo ed unico genotipo.

Le accessioni "Tombul Giaghli", "Karidato" e "Palaz" recuperate in Grecia con nomi che richiamano cultivar turche si sono confermate essere cloni delle corrispondenti varietà anatoliche.

4. CONCLUSIONI

Le analisi genetiche delle accessioni di nocciolo studiate durante il progetto e reperite nei campi collezione o esplorando il territorio sono state utili per individuare ed eliminare duplicazioni ed errori e per acquisire informazioni sulla struttura genetica del germoplasma



Fig. 2 Caratteristiche delle nocchie della cultivar spagnola 'Pauetet'

di interesse per la coltivazione o il miglioramento genetico.

Sono stati identificati numerosi casi di sinonimia, anche in aree distanti tra loro e l'analisi dei marcatori microsatelliti si è rivelata un mezzo potente per la corretta identificazione del materiale vegetale. Tuttavia, la tecnica non è stata efficace nel distinguere diversi casi di mutazione clonale e questo sottolinea l'importanza dei rilievi sul fenotipo. La corretta identificazione di un individuo deriva dall'applicazione di una appropriata tecnica di analisi del Dna accompagnata da attente osservazioni degli aspetti morfologici e fenologici della pianta e delle produzioni.

Nel caso specifico di questo studio, i risultati ottenuti sul germoplasma italiano sono di elevato interesse dato che sono stati individuati diversi ecotipi promettenti e che la caratterizzazione delle cultivar in collezione ha consentito di eliminare errori e di identificare correttamente accessioni e nuove cultivar.

Un ulteriore sviluppo del progetto dovrebbe utilizzare queste informazioni per razionalizzare le collezioni

in Europa attraverso la raccolta di tutte le cultivar e *landraces* in un sito (campo collezione), conservando una copia delle accessioni nel Paese di origine di ciascuna. Infatti, le principali varietà coltivate in Europa, escludendo quelle turche, sono una dozzina e la maggior parte del germoplasma raccolto e descritto ha una diffusione molto limitata essendo in molti casi materiale in via di estinzione che richiede attenzione e l'applicazione immediata di strategie di conservazione.

I risultati delle analisi carpologiche e chimiche, non presentate in questo lavoro, contribuiranno a fornire elementi per selezionare quelle accessioni che hanno caratteristiche meritevoli di essere valorizzate attraverso l'introduzione in coltura o nei programmi di miglioramento genetico.

Ricerca finanziata dell'Unione Europea progetto SAFE-NUT (AGRI GEN RES 068) e dalla Fondazione CRT; la Fondazione Cassa di Risparmio di Cuneo ha contribuito con un assegno di ricerca.

Bibliografia

- ALBERGHINA O. (1982) "Indagine sulla corilicoltura siciliana" Rivista Frutticoltura Ortofloricoltura 2: 27-30.
- ALBERGHINA O. (2002) "La coltura del nocciolo in Sicilia" Proceedings II Convegno Nazionale sul Nocciolo. Giffoni Valle Piana (Salerno), Italia, 5 Ottobre :141-146.
- BASSIL N.V., BOTTA R., MEHLENBACHER S.A. (2005a) "Microsatellite Markers in the Hazelnut: Isolation, Characterization and Cross-species Amplification in *Corylus*" Journal American Society Horticultural Science. 130 (4):543-549.
- BASSIL N.V., BOTTA R., MEHLENBACHER S.A. (2005b) "Additional microsatellites of the European hazelnut" Acta Horticulturae 686:105-110.
- BIGNAMI C. (2002) "Attualità e problematiche della nocciolicoltura nel Lazio" Proceedings II Convegno Nazionale sul Nocciolo. Giffoni Valle Piana (Salerno), Italy 5 October. p. 122-132.
- BIOVERSITY INT. (2008) "Descriptors for hazelnut (*Corylus avellana* L.)" Bioversity International, Roma, Italia 55 pp.
- BOCCACCI P., BOTTA R. (2010) "Microsatellite variability and genetic structure in hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars from different growing regions" Scientia Horticulturae 124: 128-133.
- BOCCACCI P., AKKAKA, BASSIL N.V., MEHLENBACHER S.A., BOTTA R. (2005) "Characterization and evaluation of microsatellite loci in European hazelnut (*Corylus avellana* L.) and their transferability to other *Corylus* species" Molecular Ecology Notes 5: 934-937.

- BOCCACCI P., AKKAK A., BOTTA R. (2006) "DNA-typing and genetic relationships among European hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars using microsatellite markers" *Genome* 49: 598-611.
- BOCCACCI P., ROVINAM., BOTTAR. (2008) "Genetic diversity of hazelnut (*Corylus avellana* L.) germplasm in northeastern Spain" *Hortscience* 43, 667-672.
- BOCCACCI P., TORELLO MARINONID., ROVIRA, M. BOTTA, R. (2009) "Genetic diversity and relationships among Italian and Spanish hazelnut cultivars" *Acta Horticulturae* 845: 127-132.
- FELSENSTEIN J. (1989) "PHYLIP - Phylogeny Inference Package" *Cladistics* 5: 164-166.
- GHANBARI A., AKKAK A., BOCCACCI P., TALAIE A., VEZVAI A., BOTTAR. (2005) "Characterization of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars using microsatellite markers" *Acta Horticulturae* 686: 111-115.
- GÖKIRMAK T., MEHLENBACHER S.A., BASSIL N.V. (2009) "Characterization of European hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars using SSR markers" *Genetic Resources Crop Evolution* 56: 147-172.
- GOUDET J. (1995) "FSTAT (version 1.2): a computer program to calculate F-statistics" *Journal Heredity* 86, 485-486.
- GÜRCAN K., MEHLENBACHER S.A., BOTTAR., BOCCACCI P. (2010) "Development, characterization, segregation, and mapping of microsatellite markers for European hazelnut (*Corylus avellana* L.) from enriched genomic libraries and usefulness in genetic diversity studies" *Tree Genetics Genomes* 6: 513-531.
- ISTAT (2009) www.istat.it
- MARM 2011. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Anuario de estadística Agraria. Secretaría General Técnica. Madrid.
- MEHLENBACHER S.A., BROWN R.N., NOUHRA E.R., GÖKIRMAK T., BASSIL N.V., KUBISIAK T.L. (2006) "A genetic linkage map for hazelnut (*Corylus avellana* L.) based on RAPD and SSR markers" *Genome* 49:122-133.
- PAGE R.D.M. (1996) "TREEVIEW: an application to display phylogenetic trees on personal computers" *Computer Applications Biosciences* 12: 357-358.
- PICCIRILLO P. (2002) "Attualità e problematiche della coltura del nocciolo in Campania" *Proceedings II Convegno Nazionale sul Nocciolo*. Giffoni Valle Piana (Salerno), Italia 5 Ottobre :113-121.
- PICCIRILLO P., PETRICCIONE M., CLASADONTE A., ROSATO T., DE LUCAA. (2007) "Problematrice e prospettive di rilancio per la corilicoltura calabrese". *Riv. di Frutticoltura* 69: 62-66.
- RAYMOND M., ROUSSET F. (1995) "GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism" *Journal Heredity* 86, 248-249.
- THOMAS M.R., MATSUMOTO S., CAIN P., SCOTT N.S. (1993) "Repetitive DNA of grapevine: classes present and sequences suitable for cultivar identification" *Theoretical Applied Genetics* 86: 173-180.
- THOMPSON M.M., LAGERSTEDT H.B., MEHLENBACHER S.A. (1996) "Hazelnuts" In: J. Janick and J.N. Moore (eds.). *Fruit Breeding*, Vol. 3. Nuts. Wiley, New York.
- TOUS, J.; ROVIRA; M. ROMERO, A. 2001. *El avellano*. In : *La Horticultura Española*. Sech :275-278.
- VALENTINI N., ME G. (2002) "Attualità e problematiche della coltura del nocciolo in Italia: la situazione piemontese" *Proceedings II Convegno Nazionale sul Nocciolo*. Giffoni Valle Piana (Salerno), Italia 5 Ottobre :133-140.
- WAGNER H.W., SEFC K.M. (1999) "IDENTITY 1.0." <http://www.boku.ac.at/zag/forsch/identity.htm>

European "Corylus avellana" L. Germoplasm Collections

Rovira R.⁽¹⁾, Avanzato D.⁽²⁾, Bacchetta L.⁽³⁾, Botta R.⁽⁴⁾, Boccacci P.⁽⁴⁾, Drogoudi P.⁽⁵⁾, Ferreira J.J.⁽⁶⁾, Sarraquigne J.P.⁽⁷⁾, Silva A.P.⁽⁸⁾, Solar A.⁽⁹⁾

⁽¹⁾ Irta-Mas de Bover Constantí (Tarragona), Spain

⁽²⁾ Cra, Istituto Sperimentale per la Frutticoltura, Rome, Italy

⁽³⁾ Enea, Cassaccia, Rome, Italy

⁽⁴⁾ Unito, Università degli studi di Torino, Grugliasco, Torino, Italy

⁽⁵⁾ Nagref, Naoussa, Greece

⁽⁶⁾ Serida, Villaviciosa, Asturias, Spain

⁽⁷⁾ Anpn, Cancon, France

⁽⁸⁾ Utad, Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro, Vila real, Portugal

⁽⁹⁾ UL, Biotehniska fakulteta Jamnikarjeva, Ljubljana, Slovenia

Parole chiave: Nocciolo, risorse genetiche, descrittori, marcatori molecolari, campo collezione

Keywords: hazelnut, genetic resources, descriptors, molecular markers, core collection

Abstract

L'obiettivo principale della ricerca era di raccogliere informazioni relative al germoplasma di nocciolo presente nelle collezioni varietali europee e di armonizzare i descrittori specifici per una caratterizzazione comune delle cultivar.

Lo ricerca, condotta nel corso del triennio 2008-2010, ha interessato 13 collezioni europee di *Corylus avellana* L.. La stesura di una prima lista completa comprendeva 291 accessioni di nocciolo. Il materiale genetico è stato quindi caratterizzato tramite appositi descrittori armonizzati per il nocciolo, successivamente standardizzati tra i partner del progetto di ricerca. La caratterizzazione ha compreso un totale di 50 caratteri suddivisi in: origine e caratteristiche generali (sinonimie, zone di coltivazione, etc.); tratti riguardanti la pianta (vigoria, habitus, attitudine pollonifera, ripresa vegetativa, produttività, etc.); tratti relativi la fioritura (quantità di amenti, dicogamia, incompatibilità allelica, etc.); caratteristiche del frutto (maturità della nocciola, lunghezza dell'involucro, dimensioni, colore, indice di rotondità, etc.). Nel complesso sono state caratterizzate 197 cultivar e 58 selezioni. Le varie cultivar provengono dai seguenti Paesi: Albania (1 cultivar), Balcani (2), Belgio (1), Francia (8), Germania (6), Grecia (1), Inghilterra (11), Italia (47), Olanda (1), Portogallo (3), Romania (4), Slovenia (3), Spagna (84), Stati Uniti (9), Turchia (7) e Ungheria (1). Inoltre, sono state identificate otto cultivar di origine sconosciuta e sono stati riscontrati sei casi di sinonimia. Di queste ultime accessioni una proviene dall'Inghilterra, quattro dall'Italia e una è di origine ignota.

La caratterizzazione completa (morfologica, fenologica, biochimica e molecolare) del materiale reperito e studiato consentirà la costituzione di un campo collezione di piante madri, quale importante fonte di biodiversità per il nocciolo in Europa, con sede presso i campi sperimentali dell'IRTA - Mas de Bover (Spagna).

The main aim of this work was to gather the maximum information on hazelnut germplasm existing in different European collections. Each Research Centre keeps its hazelnut material according to its own

interest: native varieties, suitable material from abroad and promoting the exchange of plant material among research centers from all over the world.

At first, a complete list of 291 hazelnut accessions existing in 13 different collections was elaborated: one collection in France and Greece, two in Slovenia and Spain, three in Portugal and four in Italy. The material of each collection was accurately observed, morphologically characterized and also identified by molecular markers (SSR). Some mistakes on cultivar spelling have been noticed. Characterization of hazelnut collections allowed to detect some synonyms in the germplasm studied and correct the spelling mistakes. A final list of 197 cultivars and 58 selections, growing in 13 European hazelnut collections, was elaborated. Cultivars were originated from the following countries: Albania (1 cultivar), Balkan area (2 cvs.), Belgium (1 cv.), England (11 cvs.), France (8 cvs.), Germany (6 cvs.), Greece (1 cv.), Hungary (1 cv.), Italy (47 cvs.), Netherlands (1 cv.), Portugal (3 cvs.), Romania (4 cvs.), Slovenia (3 cvs.), Spain (84 cvs.), Turkey (7 cvs.) and USA (9 cvs.). Eight cultivars from unknown origin were listed.

1. INTRODUCTION

This work has been carried out in the frame of the SAFENUT Project: "Safeguard of almond and hazelnut genetic resources: from traditional uses to novel agro industries opportunities". A survey of National and European *Corylus avellana* L. collections has been realised. Hazelnut collections existing in different countries are gathering material from European countries as France, Greece, Italy, Portugal, Romania, Slovenia and Spain; also, Turkish and American material is represented. Each Research Center keeps its hazelnut material according to its own interest: native varieties, relevant cultivars from abroad, promoting the exchange of plant material among researchers worldwide. A comprehensive list of all the accessions kept in the European collections is needed to know the existing material in European collections and it is essential to observe and characterize this material accurately to verify the type of different accessions, to detect possible erroneous spelling in any of the cultivars or references and remove synonyms. Different descriptors are used in some Research Centers to characterize the material (Thompson et al., 1978; UPOV, 1979 and Koksall and Tuna Gunes, 2008), and sometimes hazelnut characterization in different centers does not follow the same criteria.

The main objective of this study was to gather the maximum information on hazelnut germplasm existing in European collections and to harmonize the standard descriptors for a common characterization of cultivars. The knowledge of this material and its valorization will enable us to conserve these genetic resources.

2. MATERIAL AND METHODS

The study has been carried out during three years, since 2008 to 2010, and data were collected from 13 European hazelnut collections (Tab. 1 and 3; Figure 1). At the beginning a complete list of 291 hazelnut accessions has been elaborated. A chart with the specific descriptors for hazelnut, following hazelnut descriptors (Thompson et al., 1978, UPOV, 1979; Koksall and Tuna Gunes, 2008), has been harmonized and standardized among partners, to characterize hazelnut material. With this chart, a same criterion to describe the material has been achieved among different researchers. The characterization includes: general characteristics (synonymies, origin, areas of growing) tree traits (vigor, habit, suckering, leafing out, productivity, etc.) flowering traits (time of pistillate and staminate anthesis, amount of catkins, dicogamy, incompatibility alleles, etc.) and nut and kernel traits (nut maturity, husk length, size, color, shell attractiveness, nut roundness

| Number of collections | Countries |
|-----------------------|--|
| 1 | France: Montesquieu (Conservatoire Végétal régional d'Aquitaine) Greece : NAGREF-Pomology Institute (Naoussa) |
| 2 | Slovenia: National collection (Ljubljana) and ex-situ collection (Maribor) Spain: IRTA-Constantí (Catalonia), SERIDA-V illaviciosa (Asturias) |
| 3 | Portugal: Vila Real, Felgueiras (North), Viseu (Centre) |
| 4 | Italy: Cravanzana (Cuneo), Chieri (Torino), Le Cese (Viterbo), Caserta (Campania) |

Tab. 1 Number of hazelnut collections studied in European countries.

index, shell striping, percent blanks, double kernels, pellicle removal after blanching, etc.). In total, 50 characters have been established. During the study, the material of each collection was accurately observed and morphologically characterized.

Hazelnut material from different collections (young leaves in spring and/or immature catkins in September-October) were collected to identify the accessions by molecular markers (10 SSR loci), following the methodology proposed by Bassil et al. (2005) and Bocacci et al. (2005 and 2006).

3. RESULTS

Characterisation of hazelnut collections (morphologically and molecularly) allowed detecting some homonymous and synonymous cultivars in the germplasm studied and correcting the spelling mistakes that have been noticed in the study. Nevertheless for some material presenting the same DNA profile, more years of morphological studies needs to be realised in order to confirm or not possible synonymies. Finally, a list of 197 cultivars and 58 selections, from the 291 accessions compiled at the beginning of the work in 2008, was elaborated. Cultivars come from the following countries: Albania (1 cultivar), Balcany area (2 cvs.), Belgium (1 cv.), England (11 cvs.), cvs.), France (8 cvs.), Germany (6 cvs.), Greece (1 cvs.), Hungary (1 cvs.), Italy (47 cvs.), Netherlands (1 cv.), Portugal (3 cvs.), Romania

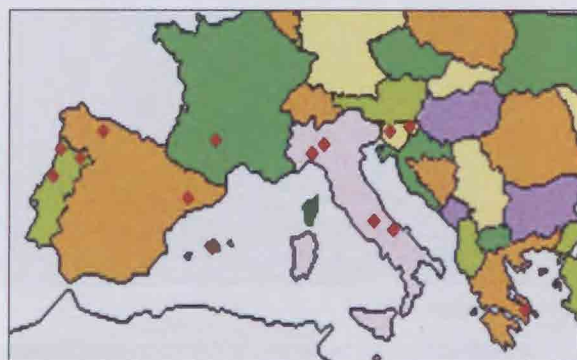


Fig. 1 European hazelnut collections where cultivars are maintained.

(4 cvs.), Slovenia (3 cvs.), Spain (84 cvs.), Turkey (7 cvs.) and USA (9 cvs.). Eight cultivars from unknown origin were also listed (Tab. 2). One cultivar from England, four from Italy and one from unknown origin, are also in the final list of hazelnut material in European collections, but they have not been counted since it has been confirmed by molecular markers that they correspond to synonymies.

The complete characterization (morphologically, phenologically, biochemically and by molecular markers) of hazelnut material from European collections, will allow us to create a core collection, representing the maximum genetic diversity of European hazelnut. This core collection will be established in orchards at IRTA - Mas de Bover.



Maribor (Slovenia)



Vila Real (Portugal)



Cravanzana (Italy)



Le Cese (Italy)



Viseu (Portugal)



IRTA-Mas de Bover (Spain)

| | France | Greece | Slovenia | | Spain | | Portugal | | | Italy | | | |
|------------|-------------|--------|-----------------|---------|-------|--------|-----------|-------|------------|---------|------------|--------|---------|
| | Montesquieu | NAGREF | Nat. Collection | Maribor | IRTA | SERIDA | Vila Real | Viseu | Felgueiras | Le Cese | Cravanzana | Chieri | Caserta |
| Cultivars | 14 | 8 | 31 | 15 | 116 | 13 | 19 | 15 | 26 | 44 | 53 | 29 | 75 |
| Selections | - | - | 14 | - | 24 | - | - | - | - | - | 12 | - | 2 |

Tab. 3 Number of cultivars and selections, present in different European hazelnut collections.

Tab. 2 List of hazelnut accessions in 13 different European collections

| CULTIVARS | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| A fruttogrosso (I) | Culplà (S) | Istrska okrogloplodna leska (Slo) |
| A pellicola Bianca (I) | Curcia (S) | Jann's (?) |
| Apolda (I) ⁽³⁾ | Da Veiga (P) | Jardinera (S) |
| Alcover (S) | Daria (I) | Jemstegaard-5 (USA) |
| Amandi (S) | Daviana (England) | Kalinkara (T) |
| Ametllenca (S) | David (S) | Karidaty (T) |
| Ametllenca-T (S) | Del Norte (S) | Lansing (USA) |
| Apegalós (S) | Del país (S) | Laureà (S) |
| Araba (S) | Downton (Enland) | Landsberg (Germany) |
| Artell de Palma (S) | Ennis (USA) | Lambertski beli (?) |
| Artellet (S) | Espinaredo (S) | Lewis (USA) |
| Arutela (Ro) | Extra Giaghli (Greece) | Llangueta (S) |
| Avellana (I) | Falset (S) | Lluenta Aleixar (S) |
| Avellana speciale (I) | Febró dreta (S) | Locale di Piazza Armerina (I) |
| Aveline Barcelona (I) | Febró esquerra (S) | Longue d'Espagne (England) |
| Bandnuss (England) ⁽³⁾ | Feliuet (S) | Macrocarpa (F) |
| Barbarella (I) | Feriale (F) | Mansa (I) ⁽¹⁾ |
| Barcelona (S) | Ferrola-3 (S) | Martinet (S) |
| Bard (England) | Fertile de Coutard (F) | Martorella (S) |
| Badem (T) | Ferwiler (F) | Marxant-1 (S) |
| Barrettona (I) | Francoli (S) | Marxant-2 (S) |
| Bearn (I) | Fructo Albo (Balcany) | Merveille de Bolwiler (F) |
| Belar (S) | Fructo Rubro (Balcany) ⁽²⁾ | Minnolara (I) |
| Belle de Giubilino (I) | Frutto Grosso (I) | Mogul (England) |
| Belli Larbert (?) ⁽²⁾ | Garibaldi (Germany) | Molari (?) |
| Bergeri (Belgium) | Garrofi (S) | Moll (S) |
| Bianca (I) | Gem (USA) | Montebelo (I) ⁽¹⁾ |
| Butler (USA) | Ghiara (I) | Morell (S) |
| Campanica (S) | Gironell (S) | Mortarella (I) |
| Camponica (I) | Grada de Viseu (P) | Napoletana (I) |
| Capello di Prete (I) | Grande (S) | Napoletanedda I (I) |
| Carrello (I) | Grifoll (S) | Napoletanedda II (I) |
| Casina (S) | Grossa de Espanha (?) | Negret (S) |
| Castanyera (S) | Grossa di Biglini (I) | Negret LM 27 (S) |
| Ceret (S) | Grossal (S) | Negret Capellut (S) |
| Clark (USA) | Grosse Longue (England) | Negret Primerenc (S) |
| Clon La Masó-V (S) | Gunslebert (Germany) | Negret Primerenc Cort (S) |
| Clon La Masó-N (S) | Hall's Giant (F) | Neue Riesennuss (Germany) |
| Closca Molla (S) | Heynich's Zellernuss (Germany) | Nochia Rosa (I) |
| Coldejou (S) | Henneman-3 (USA) | Nocchione (I) ⁽¹⁾ |
| Comen (I) | Ianussa Racinante (I) | Nocciolino di San Grato (I) |
| Común Alava (S) | Ingliterra (?) | Nociara (I) |
| Comum (P) | Imperatrice Eugenie (England) | Northamptonshire (England) |
| Comune de Sicilia (I) ⁽¹⁾ | Imperiale de Trebizonda (T) | Nothingam (England) |
| Corabel (F) | Ince Kara (T) | Nostrale (I) ⁽¹⁾ |
| Cosford (England) | Istry Dugi (Slo) | Ordu (I) |
| Cozia (Ro) | Istrska dolgoplodna leska (Slo) | Pallagrossa (I) |
| Pallaz (T) | Romai (Hungary) | Sugranyes (S) |
| Panser (S) | Romavel (Ro) | Tomasina (S) |
| Pauetet (S) | Romische Zellernuss (?) | Tombul (T) |
| Payrone (I) | Ronde Piemont (I) | Tonda Bianca (I) |
| Pere Mas (S) | Ros (S) | Tonda Rossa (I) |
| P.G. La Selva (S) | Rosset (S) | T.G.D.L. (I) |
| Pinyolenc (S) | Rotblaftrige Lambertnuss (D) | Tonda di Biglini (I) |
| Pirineu (S) | Rote Zellernuss (Netherlands) | Tonda di Giffoni (I) |
| Planeta (S) | Royal (England) | Tonda Gentile di Viterbo (I) |
| Provence (?) | Roziers (F) | Tonda Gentile Romana (I) |

| | | |
|------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Puntxenc (S) | San Giovanni (I) | Tonnolella (I) |
| Queixal de Llop (S) | Sant Jaume (S) | Trenet (S) |
| Queixal de Ruc (S) | Sant Joan (S) | Valcea (Ro) |
| Quirós (S) | Sant Pere (S) | Valls (S) |
| Rancinante (I) | Santa M. Gesu (I) | Vermellet (S) |
| Ratlada (S) | Savall (S) | Víctor (S) |
| Ratolí (S) | Segorbe (S) | Villamette (USA) |
| Ribet (S) | Selvatà (S) | Vimbodí (S) |
| Riccia di Talanico (I) | Siciliana (I) | Visoka (Albania) |
| Roca (S) | Simó (S) | Xato (S) |
| Roig (S) | Sodlinger (?) | |
| SELECTIONS | | |
| N-497 (F) | N-681 (F) | OSU 166-034 (USA) |
| N-549 (F) | N-686 (F) | OSU 167-002 (USA) |
| N-593 (F) | H-302-35 (F) | OSU 168-26 (USA) |
| N-37-22 (F) | H-295-37 (F) | OSU 219-133 (USA) |
| N-547 (F) | J-59 (S) | OSU 228-125 (USA) |
| N-508 (F) | J-87 (S) | OSU 244-001 (USA) |
| N-650 (F) | AA-43 (S) | 3E (I) |
| N-481 (F) | O-131 (S) | RL-3 Romisondo (I) |
| N-532 (F) | OSU 20-58 (USA) | T.G.D.L. x B36 (I) |
| N-535 (F) | OSU 23-017 (USA) | T.G.D.L. x Barcelona 16 (I) |
| N-587 (F) | OSU 28-23 (USA) | T.G.D.L. x Lansing (I) |
| N-164 (F) | OSU 28-91 (USA) | T.G.D.L. x Lansing 26 (I) |
| N-608 (F) | OSU 92-43 (USA) | T.G.D.L. x 119 64 (I) |
| N-652 (F) | OSU 287-008 (USA) | T.G.D.L. x 3L 23 (I) |
| N-638 (F) | OSU 185-017 (USA) | 101 (I) |
| N-644 (F) | OSU 350-091 (USA) | E-104 (I) |
| N-646 (F) | OSU 350-089 (USA) | F-104 (I) |
| N-651 (F) | OSU 267-140 (USA) | G-1 (I) |
| N-653 (F) | OSU 252-146 (USA) | 119 (I) |
| | | F 123 (I) |

I: Italy, S: Spain, F: France, Ro: Romania, P: Portugal, T: Turkey, Slo: Slovenia; ?: unknown origin
(1) (2) (3), cultivars with the same letter are synonymies confirmed by molecular markers

This research has been conducted under the support of AGRI GEN RES 068.

BIBLIOGRAPHY

- BASSIL, N.V., BOTTA, R. AND MEHLENBACHER, S.A. 2005. *Microsatellite Markers in the Hazelnut: Isolation, Characterization and Cross-species Amplification in Corylus*. Journal of the American Soc. Hortic. Science, 130:543-549.
- BOCCACCI, P., AKKAK, A., BASSIL, N.V., MEHLENBACHER, S.A. AND BOTTA, R. 2005. *Characterization and evaluation of microsatellite loci in European hazelnut (Corylus avellana L.) and their transferability to other Corylus species*. Mol. Ecol. Notes 5: 934-937.
- BOCCACCI, P., AKKAK, A. AND BOTTA, R. 2006. *DNA-typing and genetic relationships among European hazelnut (Corylus avellana L.) cultivars using microsatellite markers*. Genome, 49:598-611.
- KOKSAL, A.I.; TUNA GUNES, N. 2008. *Descriptors for hazelnut (Corylus avellana L.)* Bioversity International, 55p.
- THOMPSON, M.M.; ROMISONDO, P.; GERMAIN, E.; VIDAL-BARRAQUER, R.; TASIAS VALLS, J. 1978. *An evaluation system for Filberts (Corylus avellana L.)*. HortScience, 13(5):514-517.
- UPOV. 1979. *Guidelines for the conduct of test for distinctness, homogeneity and stability. Hazelnut (Corylus avellana L. & Corylus maxima Mill.)* TG/71/3, 19pp.

